

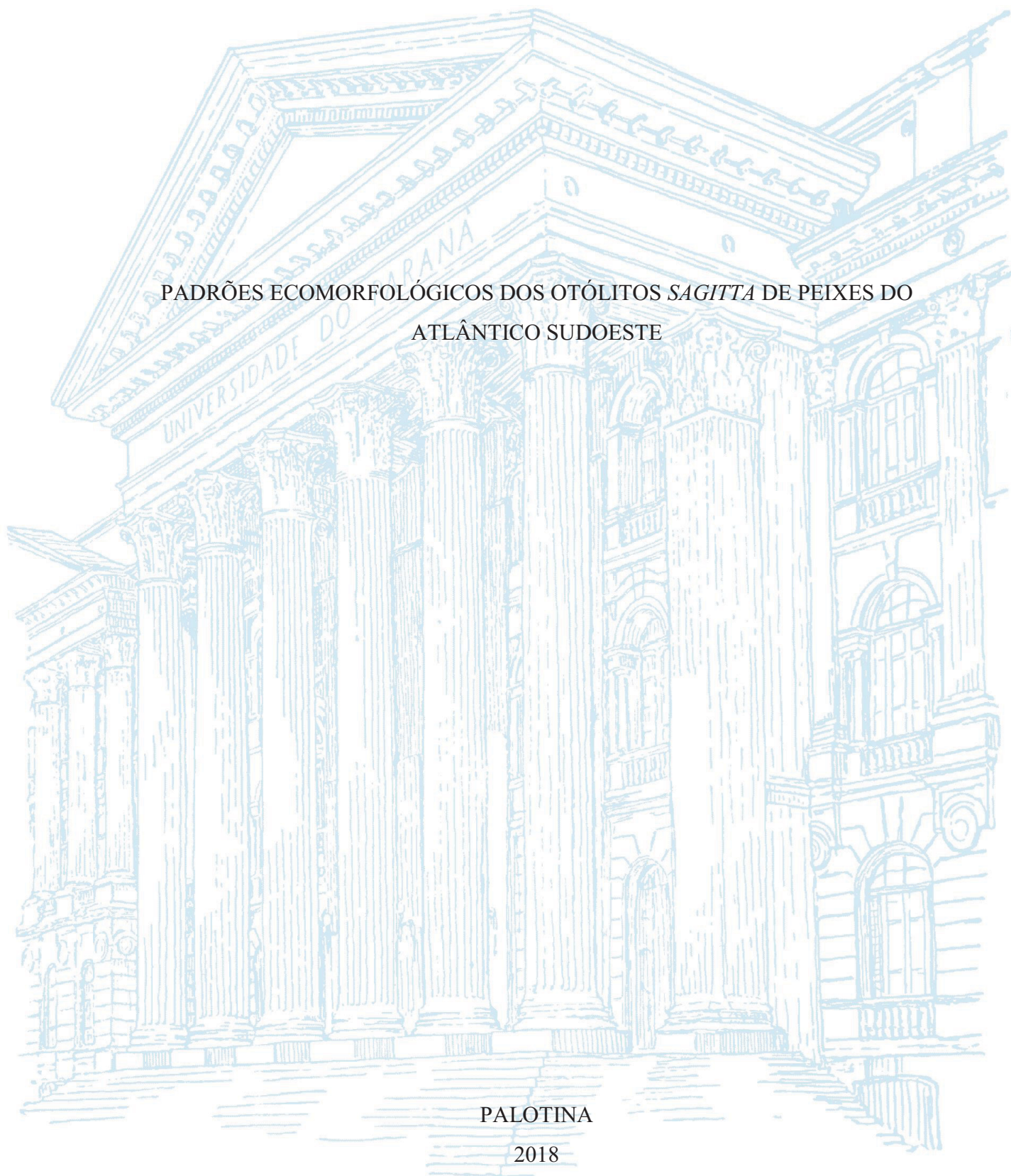
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCINHA SANTOS

PADRÕES ECOMORFOLÓGICOS DOS OTÓLITOS *SAGITTA* DE PEIXES DO  
ATLÂNTICO SUDOESTE

PALOTINA

2018



LUCINHA SANTOS

PADRÕES ECOMORFOLÓGICOS DOS OTÓLITOS *SAGITTA* DE PEIXES DO  
ATLÂNTICO SUDOESTE

Dissertação apresentada ao curso de Pós –  
Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento  
Sustentável, Setor de Palotina, Universidade  
Federal do Paraná, como requisito parcial à  
obtenção do título de Mestre em Aquicultura e  
Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. André Martins Vaz-dos-  
Santos.

PALOTINA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237 Santos, Lucinha  
Padrões ecomorfológicos dos otólitos *sagitta* de peixes do atlântico sudoeste / Lucinha Santos. – Palotina, 2018  
47f.

Orientador: André Martins Vaz dos Santos  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

1. Hábitat. 2. Morfologia. 3. Biometria. 4. Hábito alimentar  
I. Santos, André Martins Vaz dos. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDU 639.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR PALOTINA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AQUICULTURA E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LUCINHA SANTOS** intitulada: **Padrões ecomorfológicos dos otólitos *sagitta* de peixes do Atlântico Sudoeste**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Palotina, 11 de Junho de 2018.

ANDRÉ MARTINS VAZ DOS SANTOS

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ALMIR MANOEL CUNICO

Avaliador Interno (UFPR)

MÁRCIA SANTOS DE MENEZES

Avaliador Externo (UFPR)

Dedico aos meus pais Sadi e Rosicler, pela formação humana.

À Sandro Buskievich, pelo apoio.

Também dedico ao meu orientador Prof. Dr. André Martins Vaz-dos-Santos, por sua competência e atenção.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, que me ilumina todos os dias.

Aos meus pais, Sadi e Rosicler, que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

As minhas irmãs Sonia e Rita pelo carinho e apoio

À Sandro Buskievicz, meu parceiro, meu amor, que fez presente em toda esta caminhada, me apoiando, e dando todo suporte tanto nas horas boas quanto ruins.

Ao Prof. Dr. André Martins Vaz-dos-Santos, pela confiança, por acreditar em minha capacidade como pós-graduanda, pela orientação e apoio ao longo do mestrado, e principalmente pelos ensinamentos compartilhados, não apenas como um professor, mas sim como um mestre.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, pelos ensinamentos ministrados.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) pela formação e suporte no desenvolvimento do trabalho.

Por fim, à todas as pessoas que participaram e contribuíram com esse período de minha vida, aqui não citadas, porém muito lembradas.

Obrigada!



## RESUMO

Na orelha interna dos peixes teleósteos, os três pares de otólitos (*sagitta*, *lapillus* e *asteriscus*), concreções de carbonato de cálcio relacionadas à audição e ao equilíbrio, são utilizados em diversos estudos, principalmente a *sagitta* por apresentar um tamanho maior que os outros na maioria das espécies. Os otólitos são espécie-específicos em peixes adultos e, além das características de origem genética, sua morfologia (forma e biometria) sofre influência do hábito e do hábitat. O presente estudo teve como objetivo avaliar a ecomorfologia dos otólitos *sagitta* de espécies marinhas da região Sudeste-Sul do Brasil entre o Cabo de São Tomé e o Arroio Chuí. A partir de levantamento de dados de informações que constam em artigos, atlas e livros científicos, as características dos otólitos e das espécies foram tabulados e, posteriormente, analisados com métodos estatísticos (análises multivariadas de ordenação e classificação). Estes resultados permitiram verificar que os otólitos possuem formas relacionadas ao hábitat e principalmente ao hábito, sendo possível distinguir padrões diferentes para espécies pelágicas e demersais.

Palavras-chave: Hábitat. Morfologia. Biometria. Hábito alimentar.

## ABSTRACT

In the inner ear of teleost fish there are three pairs of otoliths (*sagitta*, *lapillus* and *asteriscus*), calcium carbonate concretions related to hearing and balance. They are used in several studies, mainly the *sagitta*, the largest one in relation to the others for the most part of species. The otoliths are species-specific in adult fish and their morphology (shape and biometry) is influenced by intrinsic and extrinsic factors related both to the habit and habitat. The present study aimed to evaluate the ecomorphological patterns of the *sagitta* otoliths of marine species from the Southeast-South region of Brazil between Cape São Tomé and Arroio Chuí. Based on data collection of information contained in articles, the characteristics of otoliths and species were analyzed using statistical methods (multivariate sorting and classification). These results allowed to verify that the otoliths have shapes related to habitat and mainly to habit, with patterns related to pelagic and demersal species.

Keywords: Habitat. Morphology. Biometry. Feeding habit.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Área de estudo mostrando a região de coleta dos otólitos.....	15
FIGURA 2 -	Quantidade de espécies por ordem com descrições de otólitos <i>sagitta</i> na região Sudeste-Sul do Brasil. ....	19
FIGURA 3 -	Quantidade de espécies por família com descrições de otólitos <i>sagitta</i> na região Sudeste-Sul do Brasil. ....	20
FIGURA 4 -	Quantidade de espécies em função do hábitat e hábito com descrições de otólitos <i>sagitta</i> na região Sudeste-Sul do Brasil (os números entre parênteses representam as quantidades por categoria) .....	21
FIGURA 5 -	Quantidade de espécies em função da estratégia alimentar e do hábito com descrições de otólitos <i>sagitta</i> na região Sudeste-Sul do Brasil (os números entre parênteses representam as quantidades por categoria) .....	21
FIGURA 6 -	Distribuição de frequência de espécies por classe de comprimento corporal máximo em função do hábitat com descrições de otólitos <i>sagitta</i> na região Sudeste-Sul do Brasil (n = 179) .....	22
FIGURA 7 -	Desenvolvimento do <i>rostrum</i> em função do hábito das espécies em otólitos <i>sagitta</i> na região Sudeste-Sul do Brasil.....	23
FIGURA 8 -	Escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para as feições morfológicas dos otólitos <i>sagitta</i> de teleósteos na região Sudeste-Sul do Brasil. (a) Hábitat (círculo = nerítica-interna, quadrado = nerítica-recifal, losango = nerítica, estrela = de profundidade, mais = oceânica). (b) Hábito (círculo = bentônica, quadrado = demersal, losango = pelágica) .....	24
FIGURA 9 -	Análise discriminante para as feições morfológicas dos otólitos <i>sagitta</i> de teleósteos na região Sudeste-Sul do Brasil. (a) Hábitat (círculo = nerítica-interna, quadrado = nerítica-recifal, losango = nerítica, estrela = de profundidade, mais	

= oceânica). (b) Hábito (círculo = bentônica, quadrado = demersal, losango = pelágica) .....25

FIGURA 10 - Média e intervalo de confiança 95% dos índices de forma de otólitos *sagitta* de teleósteos da região Sudeste-Sul do Brasil em função do hábitat. Nerítica-interna (1), nerítica-recifal (2), nerítica (3), de profundidade (4) e oceânica (5). (a) razão de aspecto OL/TL, (b) razão de aspecto OH/OL (c) razão de aspecto OT/OL (d) razão de aspecto OT/OH (e) Circularidade (f) Retangularidade (g) Comprimento total máximo na amostra (TL máximo mm) (ver siglas no texto) .....26

FIGURA 11 - Média e intervalo de confiança 95% dos índices de forma de otólitos *sagitta* de teleósteos (n = 179) da região Sudeste-Sul do Brasil em função do hábito bentônico (1), demersal (2) e pelágico (3). (a) razão de aspecto OL/TL, (b) razão de aspecto OH/OL (c) razão de aspecto OT/OL (d) razão de aspecto OT/OH (e) Circularidade (f) Retangularidade (g) Comprimento total máximo na amostra (TL máximo mm) (ver siglas no texto) .....27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Água Costeira
AT	Água Tropical
ACAS	Água Central do Atlântico Sul
OL	Comprimento do otólito
TL	Comprimento total do peixe
OH	Altura do otólito
OT	Espessura do otólito
NMDS	Análise de escalonamento multidimensional não métrico
PCA	Análise de componentes principais
AD	Análise discriminante
ANOVA	Análise de variância
N	Número de categorias
Ci	Circularidade
Re	Retangularidade
$r^2$	Coefficiente de determinação
<i>Cf.</i>	Confira
<i>et al.</i>	E outros
m	Metro

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
° C	Graus Celsius

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	14
2.2 OBTENÇÃO DE DADOS .....	15
2.3 ANÁLISE DE DADOS.....	19
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO 1 – Lista taxonômica das espécies com descrições de otólitos <i>sagitta</i> na região Sudeste-Sul do Brasil.....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em peixes teleósteos, a orelha interna é uma estrutura complexa, com vários canais, sáculos e dutos preenchidos por endolinfa (Panfili *et al.*, 2002). As cápsulas óticas, denominadas sáculos, contêm três pares de otólitos, concreções de carbonato de cálcio (95%, cristalizado na forma de aragonita), matéria orgânica (3-5%) e elementos traço (Campana, 2004), que exercem funções de equilíbrio e a audição (Moyle e Cech, 2004). Dos três pares de otólitos (*sagitta*, *lapillus* e *asteriscus*) (Secor *et al.*, 1991), as *sagittae* são usualmente as maiores e as mais utilizadas para diversos estudos (Nolf, 1985; Begg *et al.*, 2005). Inicialmente, as diferenças em tamanho e forma fizeram com que as descrições morfológicas dos otólitos constituíssem uma importante ferramenta taxonômica e paleontológica (Tuset *et al.*, 2008; Aguilera, 2010; Zischke *et al.*, 2016; Gaemers e Poulsen, 2017), tendo seu uso em ciência se diversificado ao longo do tempo (Volpedo e Vaz-dos-Santos, 2015).

Desta forma, existem diversos artigos, livros, guias e atlas com caracterizações de otólitos de diversas áreas geográficas e espécies (*cf.* Rossi-Wongtschowski, 2015 com esta listagem e comentários). Entretanto, as diferenças interespecíficas dos otólitos não se devem apenas à influência genética, mas também ambientais, em uma perspectiva de hábito e habitat (Lombarte e Lleona, 1993). Esta característica faz com que os otólitos sejam uma ferramenta útil na compreensão de padrões ecológicos e na estrutura das comunidades ictiícas. Lombarte e Tuset (2015) revisaram cuidadosamente o tema, definindo que a “ecomorfologia dos órgãos sensoriais (destacando os otólitos) é a ciência que compara os dados morfofuncionais e ecológicos das espécies”. Segundo estes autores, a morfologia dos otólitos pode seguramente ser associada ao ambiente no qual a espécie ocorre, à profundidade ocupada por ela, ao tipo de locomoção e ao hábito alimentar. Podem-se mencionar exemplos destas aplicações, a compreensão da estrutura funcional de espécies da plataforma continental argentina (Volpedo e Echeverría, 2003), da Antártica (Volpedo e Tombari, 2008), de um ambiente recifal (Tuset *et al.*, 2015) e também na análise da biodiversidade marinha (Tuset *et al.*, 2016). Nestes estudos, verificou-se que feições morfológicas e medidas dos otólitos estão relacionadas a determinados padrões ecológicos: otólitos ovais com margens anteriores desenvolvidas são típicos de espécies pelágicas, por exemplo (Volpedo e Tombari, 2008).

As aplicações dos otólitos em ecomorfologia dependem do uso de vários atributos para descrever sua morfologia (Volpedo e Echeverría 1999; Assis 2005; Tuset *et al.*, 2008). Estes atributos incluem elementos qualitativos de forma (feições morfológicas) e elementos biométricos (morfometria), que reduzem a subjetividade da análise. A quantificação de

atributos de forma (Rondon *et al.*, 2014), a morfometria bivariada (Ponton 2006; Perin e Vaz-dos-Santos, 2014), os índices de forma (Tuset *et al.*, 2003; Leguá *et al.* 2013) e as análises de contorno (Zhuang *et al.*, 2014; Bostanci *et al.*, 2015) são os elementos que permitem caracterizar a morfologia das *sagitta* e, com as técnicas adequadas, relacionar estas informações à ecologia das populações e estrutura das comunidades de peixes.

A região oceanográfica do Sudeste-Sul do Brasil corresponde à área compreendida entre o Cabo de São Tomé (22°S, Rio de Janeiro) e o Arroio Chuí (34°S, Rio Grande do Sul). Esta área possui grande variedade de ambientes marinhos, sendo extremamente heterogênea, com uma ictiofauna variada, incluindo importantes recursos pesqueiros (MMA, 2006). Considerando a riqueza para o estado de São Paulo como um referencial da área, a ictiofauna marinha compreende 594 espécies, em relação às 1297 do Brasil (Menezes, 2011). Para esta região, há diversas descrições morfológicas de otólitos ainda não avaliadas em uma perspectiva ecomorfológica (Rondon *et al.*, 2014; Rossi-Wongtschowski *et al.*, 2014a; Siliprandi *et al.*, 2016; Brenha-Nunes *et al.*, 2016; Santificetur *et al.*, 2017; Giaretta *et al.*, 2017). Estes autores apresentaram, além das descrições morfológicas e índices de forma, os padrões de forma emergentes nas famílias de peixes.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo avaliar os padrões ecomorfológicos dos otólitos, apresentando um diagnóstico sobre a estrutura funcional da ictiofauna marinha da região Sudeste-Sul do Brasil. A predição é que existe uma relação entre a morfologia dos otólitos (forma e biometria) e a ecologia das espécies marinhas em termos de hábito e hábitat.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreendeu a região Sudeste-Sul do Brasil, no oceano Atlântico Sudoeste (Figura 1). É uma área amplamente estudada, com uma plataforma continental larga (250 km na costa do Estado de São Paulo), cuja borda se encontra em uma profundidade média de 200 m (Rossi-Wongtschowski e Madureira, 2006). Em termos oceanográficos, nesta região predominam três massas d'água: a Água Costeira (AC, temperatura variada, salinidade  $< 34$ ); sobre a plataforma continental (0-200 m), a Água Tropical (AT, temperatura  $> 20^{\circ}\text{C}$ , salinidade  $> 36,40$ ), e; no talude continental (200-500 m), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS, temperatura  $< 20^{\circ}\text{C}$ , salinidade  $< 36,40$ ) (Castro *et al.*, 2006). A plataforma continental é constituída principalmente por areias fina e muito fina e, o talude continental, por lamas (Figueiredo e Madureira, 2004).

FIGURA 1: ÁREA DE ESTUDO MOSTRANDO A REGIÃO DE COLETA DOS OTÓLITOS.



FONTE: Vaz-dos-Santos (2018).

## 2.2 OBTENÇÃO DE DADOS

Os dados de forma e biometria dos otólitos *sagitta* e o comprimento corporal máximo da amostra foram obtidos dos estudos de Rondon *et al.* (2014), Rossi-Wongtschowski *et al.* (2014a), Siliprandi *et al.* (2016), Brenha-Nunes *et al.* (2016), Santificetur *et al.* (2017), Conversani *et al.* (2017) e Giaretta *et al.* (2017), em um total de 179 espécies. Nestes estudos, as feições de forma dos otólitos foram descritas com base em Assis (2004), Tuset *et al.* (2008) e Rossi-Wongtschowski (2015), nos quais constam suas definições. Foram obtidas informações sobre:

Feição	Significado
Forma	É a junção de linhas que fazem o contorno no otólito, desprezando pequenos detalhes e entalhes nas bordas e relevos das faces.
Região anterior	É a porção que vai da parte mais anterior até o centro do otólito.
Região posterior	É a porção que vai da parte mais posterior ao centro do otólito.
Bordas dorsal e ventral	O número de bordas varia de acordo com a espécie, sendo possível distinguir duas ou mais bordas que são classificadas de acordo com o seu recorte.
Perfil do otólito	A classificação do perfil do otólito é feita através da relação existente entre suas faces externa e interna.
<i>Rostrum</i>	É uma protuberância normalmente afilada e ventral na região anterior do otólito. Quando presente na região posterior do otólito é denominado <i>pseudorostrum</i> .
<i>Antirostrum</i>	É uma protuberância arredondada angulosa ou afilada, geralmente menor que o <i>rostrum</i> , localizada na parte mais dorsal do otólito. O <i>rostrum</i> e o <i>antirostrum</i> são separados por uma reentrância denominada <i>excisura</i> . Na

	região posterior esse mesmo tipo de estrutura é chamada de <i>pseudoantirostrum</i> .
Posição do <i>sulcus acusticus</i>	O <i>sulcus acusticus</i> é uma estrutura com profundidade variável, porém normalmente bem marcado, que divide o otólito longitudinalmente em duas partes (região ventral e região dorsal).
Orientação do <i>sulcus acusticus</i>	A tendência ou direção geral que o <i>sulcus acusticus</i> apresenta é denominada de orientação do <i>sulcus acusticus</i> .
Abertura do <i>sulcus acusticus</i>	O <i>sulcus acusticus</i> é classificado de acordo com o tipo de abertura que apresenta.
Formato do <i>sulcus acusticus</i>	O formato do <i>sulcus acusticus</i> , leva em conta o formato do <i>ostium</i> e da <i>cauda</i> e a presença ou não de <i>constrictione sulci</i> (um estrangulamento dorsoventral do <i>sulcus acusticus</i> ).
Formato do <i>colliculum</i>	O <i>colliculum</i> é um depósito de carbonato de cálcio com espessura variável, que pavimenta o <i>sulcus acusticus</i> .
<i>Ostium</i>	É a região anterior do <i>sulcus acusticus</i> delimitada pelo <i>collum</i> na sua porção mais posterior.
<i>Cauda</i>	É uma estrutura localizada após o <i>collum</i> , na região posterior do <i>sulcus acusticus</i> .

FONTE: Volpedo, A. V.; Vaz-dos-Santos, A. M. (2015).

Das feições acima, foram anotadas somente aquelas com porcentagem igual ou superior a 65%, consideradas assim como um padrão homogêneo para a feição analisada. Ao final da tabulação, foram verificadas as feições cujas informações estivessem disponíveis para 95% (170) do total de espécies, como critério de robustez. A presença de *rostrum* foi analisada em função de sua importância em espécies com alta capacidade natatória (Carvalho *et al.*, 2015).

Em relação à biometria, foram obtidos dados dos índices de forma (razões de aspecto e índices propriamente ditos) sumarizados em Tuset *et al.* (2003) e constantes nos estudos de otólitos do região Sudeste-Sul do Brasil:

<b>Índice de Forma</b>	<b>Significado</b>
OL/TL	Comprimento do otólito (OL) dividido pelo comprimento total do peixe (TL).
OH/OL	Altura do otólito (OH) dividida pelo comprimento do otólito (OL).
OT/OL	Espessura do otólito (OT) dividida pelo comprimento do otólito (OL).
OT/OH:	Espessura do otólito (OT) dividida pela altura do otólito (OH).
Circularidade (Ci)	Índice calculado dividindo-se o perímetro do contorno do otólito elevado ao quadrado, dividido pela área do contorno do otólito.
Retangularidade (Re)	Área do otólito dividida pelo comprimento do otólito multiplicado pela altura do otólito.

FONTE: Volpedo, A. V.; Vaz-dos-Santos, A. M. (2015).

Em termos taxonômicos, as famílias das espécies foram organizadas em níveis taxonômicos superiores seguindo Betancurt-R *et al.* (2017). Para analisar a ecologia das espécies, relacionando-a com a morfologia dos otólitos, foram obtidos dados de hábitat, ocupação da coluna d'água (hábito) e estratégia alimentar. As informações tabuladas seguiram as informações constantes nos artigos de otólitos e em referências específicas, conforme segue abaixo.

Quanto ao hábitat, as espécies foram classificadas segundo as categorias abaixo, a partir de Figueiredo e Menezes (1978, 1980, 2000) e Menezes e Figueiredo (1980, 1985):

<b>Habitat</b>	<b>Ocorrência</b>
Nerítica-interna	Ocorrem sobre a plataforma continental, predominantemente de zonas costeiras até a isóbata de 50 metros.

Nerítica	Ocorrem sobre a plataforma continental, predominantemente entre as isóbatas de 50 e 200 metros.
Nerítica-recifal	Ocorrem sobre plataforma continental em áreas de ambientes rochosos e/ou recifais.
De profundidade	Ocorrem na região do talude continental superior, principalmente entre 200 e 600 metros.
Oceânica	Ocorrem na zona epipelágica – entre 0 e 200 m de profundidade – em áreas fora da plataforma continental.

FONTE: Figueiredo e Menezes (1978, 1980, 2000) e Menezes e Figueiredo (1980, 1985).

A categorização das espécies quanto ao hábito de ocupação e uso do ambiente marinho (Lalli e Parsons, 2006) compreendeu as categorias:

Habito	Ocupação da coluna d'água
Bentônica	Espécies que vivem associadas ao fundo marinho.
Demersal	Aquelas associadas a coluna d'água e ao fundo marinho.
Pelágica	Vivem na coluna d'água, sem contato com o fundo.

FONTE: Lalli e Parsons (2006).

A estratégia alimentar das espécies de peixes foi constituída por seis categorias a partir de dados obtidos dos estudos de Rondon *et al.* (2014), Rossi-Wongtschowski *et al.* (2014a), Siliprandi *et al.* (2016), Brenha-Nunes *et al.* (2016), Santificetur *et al.* (2017), Conversani *et al.* (2017) e Giaretta *et al.* (2017):

Estratégia Alimentar	Alimento
Carnívora	Selecionam alimento animal vivo.
Detritívora	Alimentam-se de matéria orgânica de origem animal em putrefação e/ou matéria vegetal em fermentação.

Herbívora:	Selecionam alimento vegetal vivo.
Herbívora-detritívora:	Combinação das duas categorias.
Onívora:	Utilizam itens variados de modo equilibrado.
Planctófaga	Alimentam-se de organismos do plâncton - crustáceos, larvas de insetos e algas filamentosas.

FONTE: Adaptação de Rondon *et al.* (2014), Rossi-Wongtschowski *et al.* (2014a), Siliprandi *et al.* (2016), Brenha-Nunes *et al.* (2016), Santificetur *et al.* (2017), Conversani *et al.* (2017) e Giaretta *et al.* (2017).

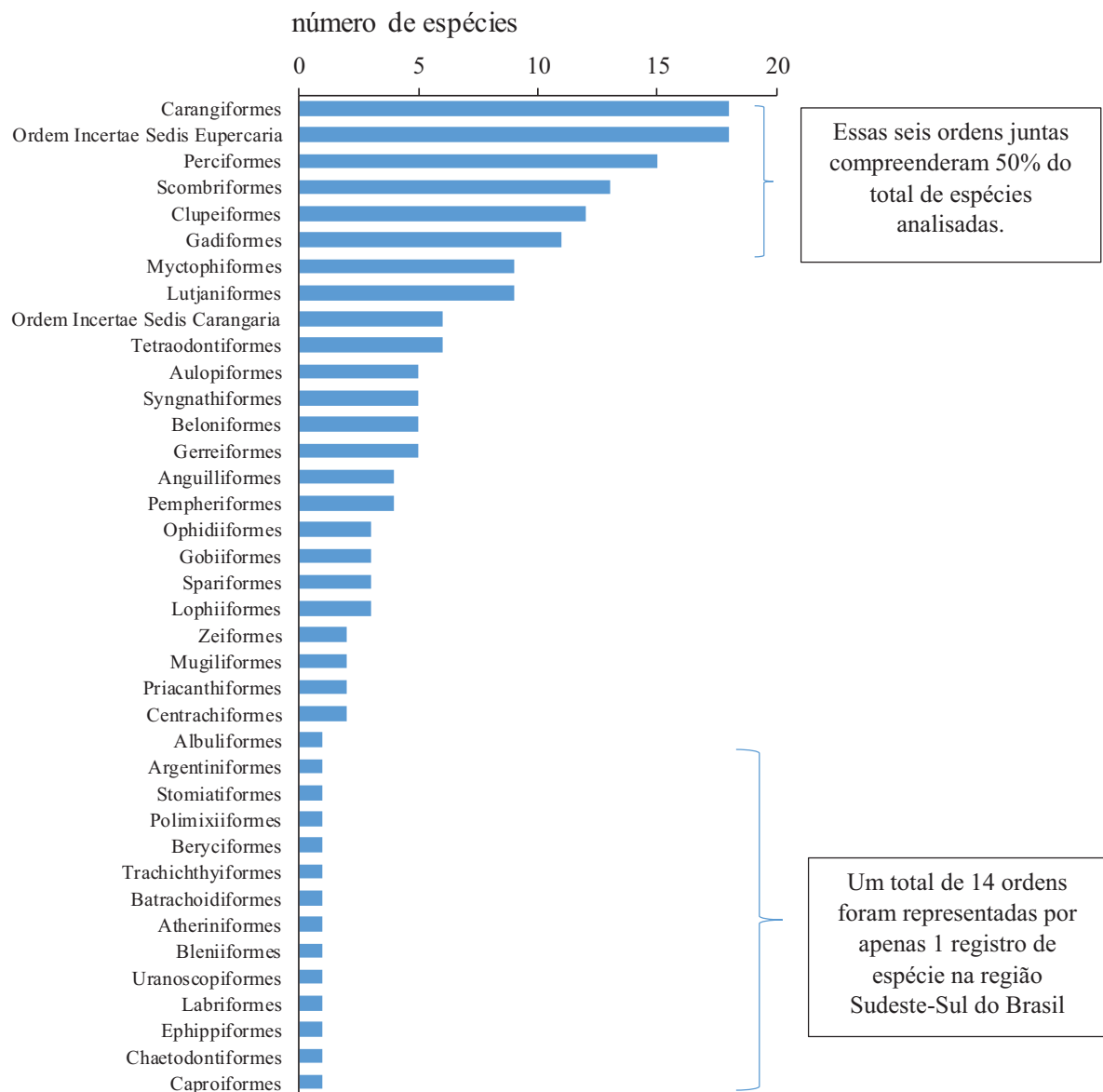
## 2.3 ANÁLISE DE DADOS

Para avaliar a relação entre as variáveis quali-quantitativas obtidas para as espécies foi aplicada uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), utilizando a distância de Bray-Curtis (Valentin, 2012), por hábitat e hábito. Os resultados foram avaliados com base nos menores valores de estresse e nos maiores valores do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) das coordenadas (Hair *et al.*, 2009; Hammer, 2018). Em seguida, apenas as variáveis quantitativas (índices de forma e comprimento corporal máximo) foram analisadas em relação aos habitats e hábitos, sendo submetidas a uma análise de componentes principais (PCA) com base em uma matriz de correlação e a uma análise discriminante (AD) seguida de jackknife (Hammer, 2018). As médias dos índices de forma e do comprimento corporal máximo foram testados por hábitat e hábito através de uma ANOVA um fator seguida do teste de Tukey, após verificação de pressupostos (Semmar, 2013).

### 3. RESULTADOS

O total de 179 espécies analisadas compreendeu 38 ordens (Figura 1) da Classe Actinopterygii, Subclasse Neopterygii, Infraclasse Teleostei. A lista taxonômica das espécies consta do Anexo 1. A maior quantidade de espécies foi registrada em Carangiformes e Eupercaria, ambas com 18 espécies, seguidas por Perciformes ( $n = 15$ ), Scombriformes ( $n = 13$ ), Clupeiformes ( $n = 12$ ) e Gadiformes ( $n = 11$ ). Essas seis ordens juntas compreenderam 50% do total de espécies analisadas. Um total de quatorze ordens foram representadas por apenas um registro de espécie na região Sudeste-Sul do Brasil.

FIGURA 2: QUANTIDADE DE ESPÉCIES POR ORDEM COM DESCRIÇÕES DE OTÓLITOS *SAGITTA* NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL.

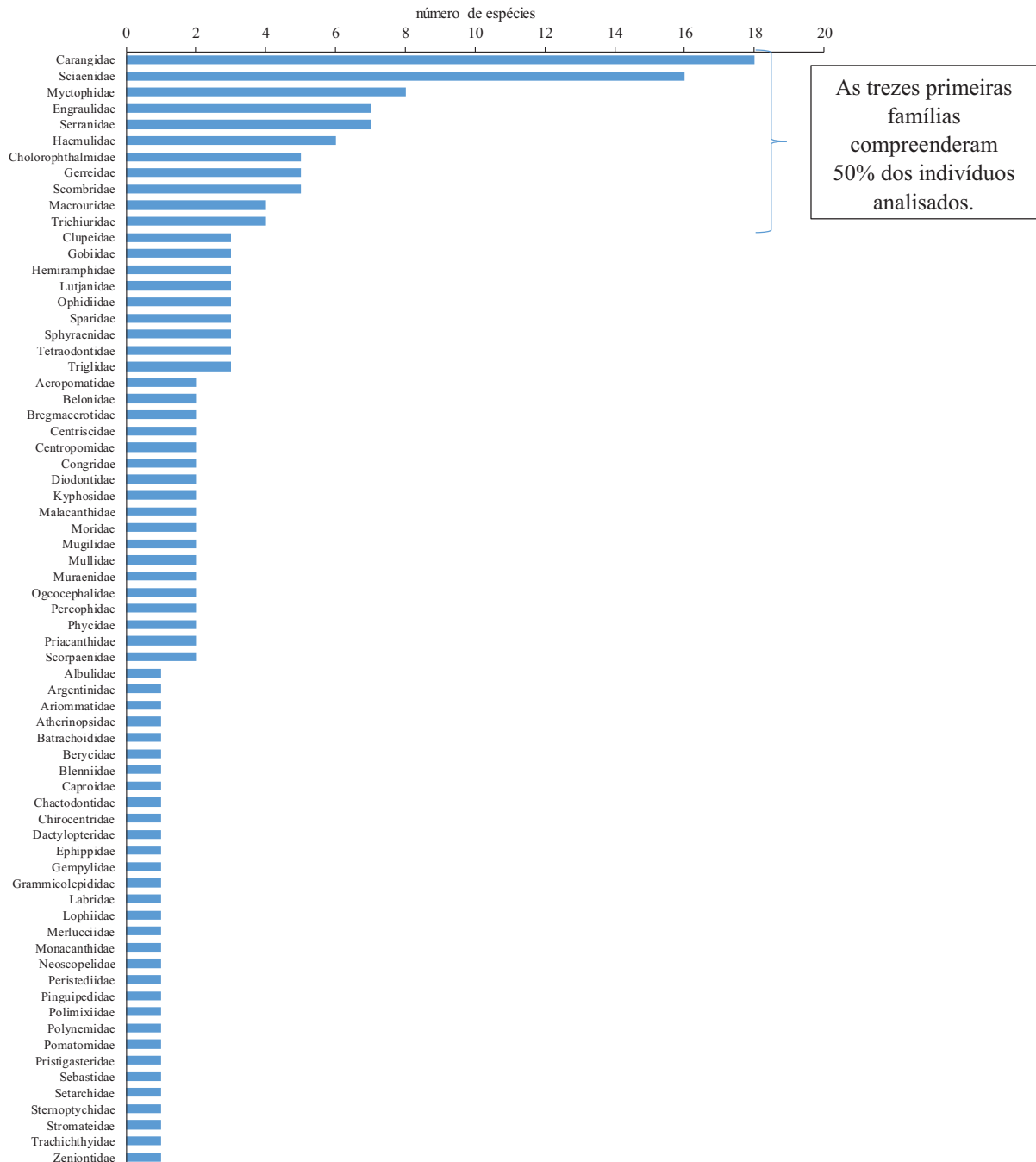


FONTE: Santos (2017).



As espécies dessas ordens estão distribuídas em 69 famílias (Figura 3), sendo que a com maior número de indivíduos foi Carangidae (Carangiformes) com 18 espécies, seguida por Sciaenidae (Perciformes) com 16 espécies. As trezes primeiras famílias (Figura 3, ordem decrescente) compreenderam 50% dos indivíduos analisados.

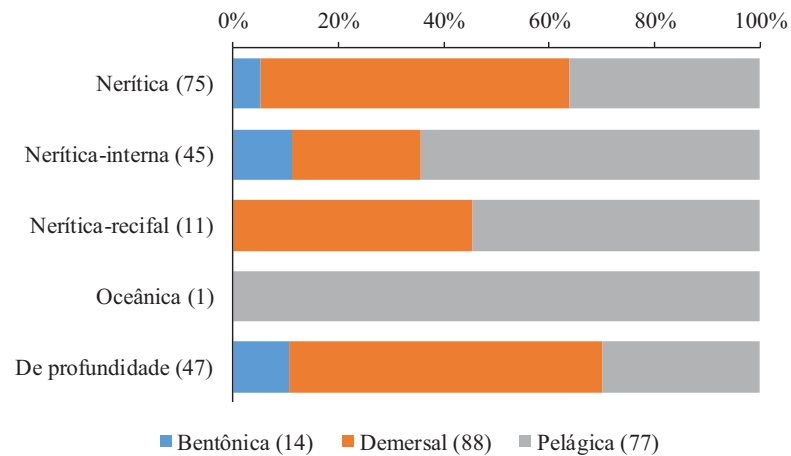
FIGURA 3: QUANTIDADE DE ESPÉCIES POR FAMÍLIA COM DESCRIÇÕES DE OTÓLITOS *SAGITTA* NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL.



FONTE: Santos (2017).

A maioria das espécies analisada habita regiões costeiras sobre a plataforma continental, com predomínio de espécies neríticas demersais (Figura 4). As espécies de profundidade, relacionadas ao talude continental superior, foram a segunda categoria e apenas uma espécie oceânica foi analisada, o bonito-listrado, *Katsuwonus pelamis*. Os hábitos demersal e pelágico foram os mais comuns (Figura 4).

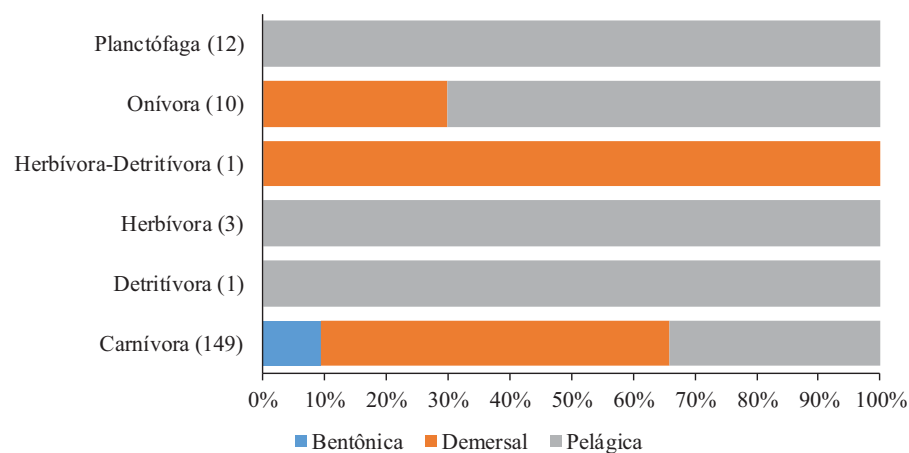
FIGURA 4: QUANTIDADE DE ESPÉCIES EM FUNÇÃO DO HÁBITAT E HÁBITO COM DESCRIÇÕES DE OTÓLITOS *SAGITTA* NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL (OS NÚMEROS ENTRE PARÊNTESES REPRESENTAM AS QUANTIDADES POR CATEGORIA).



FONTE: Santos (2017).

Do total de espécies analisadas, para três não estavam disponíveis informações sobre a estratégia alimentar (*Maurolicus stehmanni*, *Zenion hololepis*, *Xenolepidichthys dalgleishi*). As restantes apresentaram hábito prioritariamente carnívoro (Figura 5). A pouca representatividade numérica das outras categorias alimentares inviabilizou análises subsequentes com essa informação.

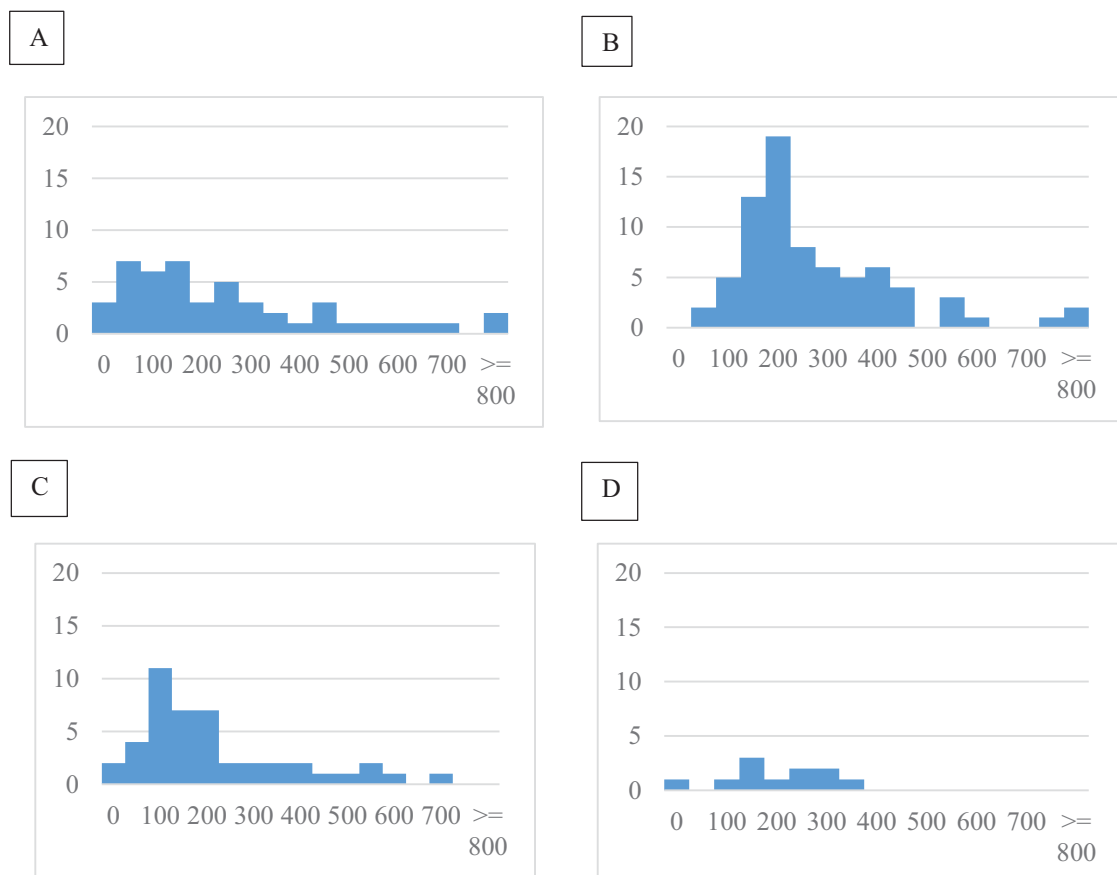
FIGURA 5: QUANTIDADE DE ESPÉCIES EM FUNÇÃO DA ESTRATÉGIA ALIMENTAR E DO HÁBITO COM DESCRIÇÕES DE OTÓLITOS *SAGITTA* NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL (OS NÚMEROS ENTRE PARÊNTESES REPRESENTAM AS QUANTIDADES POR CATEGORIA).



FONTE: Santos (2017).

O comprimento corporal máximo na amostra variou entre 20 mm e 1820 mm, com média e mediana em 283 mm e 225 mm, respectivamente. A maior variação nos comprimentos ocorreu nas espécies de profundidade, representadas tanto por pequenos pelágicos, como os peixes-lanterna (família *Myctophidae*, *p.ex.*) como por espécies grandes (Gadiformes). Os menores tamanhos estiveram relacionados às espécies neríticas recifais e internas.

FIGURA 6: DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DE ESPÉCIES POR CLASSE DE COMPRIMENTO CORPORAL MÁXIMO EM FUNÇÃO DO HÁBITAT COM DESCRIÇÕES DE OTÓLITOS *SAGITTA* NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL. A) DE PROFUNDIDADE; B) NERÍTICA; C) NERÍTICA-INTERNA; D) NERÍTICA-RECIFAL.

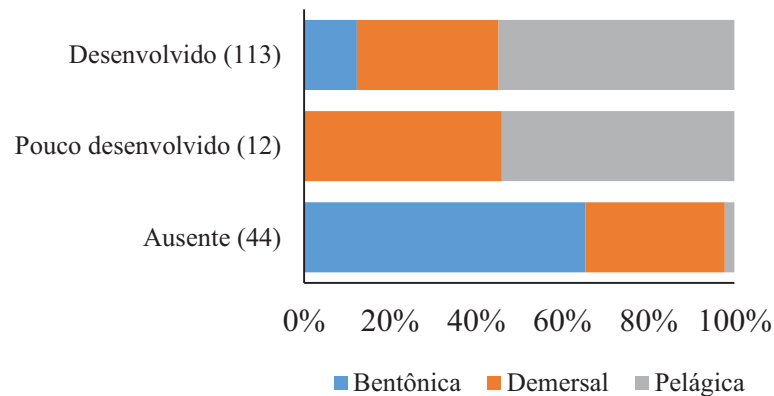


FONTE: Santos (2017).

As feições dos otólitos *sagitta* apresentaram a seguinte variação, em ordem decrescente do número de categorias (n): forma (n = 32), região posterior (n = 19), região anterior (n = 16), borda ventral (n = 15), morfologia da *cauda* (n = 12), morfologia do *ostium* (n = 10), borda dorsal (n = 9), abertura do *sulcus acusticus* (n = 6), perfil do otólito (n = 4), posição do *sulcus acusticus* (n = 4), morfologia do *sulcus acusticus* (n = 4), morfologia do *colliculum* (n = 4), *rostrum* (n = 3), *antirostrum* (n = 3), desenvolvimento do *pseudorostrum* (n = 3),

desenvolvimento do *anti pseudorostrum* ( $n = 3$ ), orientação do *sulcus acusticus* ( $n = 3$ ) e orientação do *rostrum* e do *antirostrum* ( $n = 2$ ). Dessas feições, somente seis apresentaram homogeneidade de informações (presentes em 95% das espécies), a saber: morfologia do *colliculum* ( $n = 179$ ), morfologia do *sulcus acusticus* ( $n = 178$ ), posição do *sulcus acusticus* ( $n = 177$ ), perfil do otólito ( $n = 173$ ), orientação do *sulcus acusticus* e *rostrum* ( $n = 170$  em cada). Especialmente o *rostrum* apresentou-se desenvolvido em espécies pelágicas e tendendo a ausente naquelas bentônicas (Figura 7).

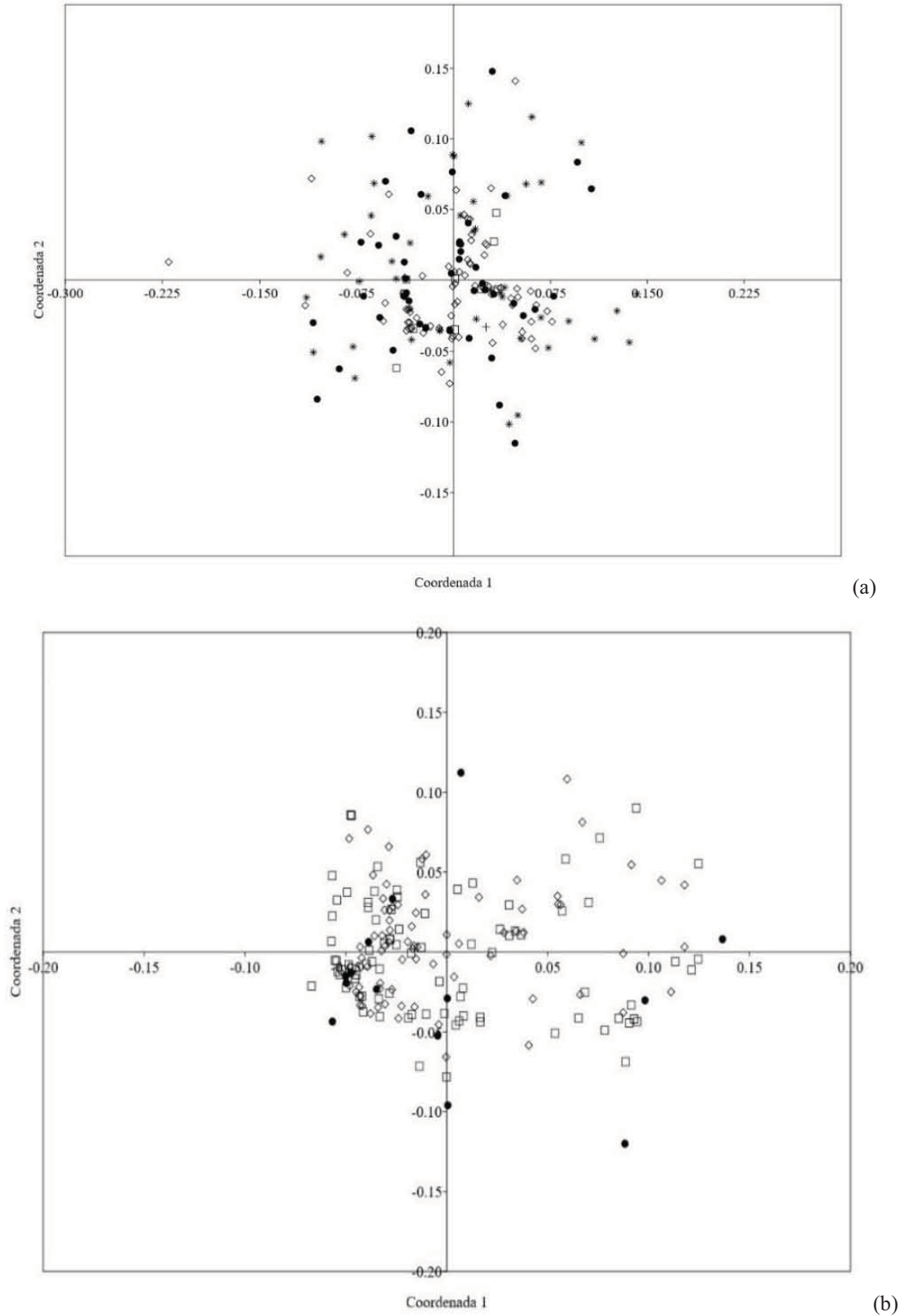
FIGURA 7: DESENVOLVIMENTO DO *ROSTRUM* EM FUNÇÃO DO HÁBITO DAS ESPÉCIES EM OTÓLITOS *SAGITA* NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL.



FONTE: Santos (2017).

As análises de escalonamento multidimensional não métrico considerando o hábitat (Figura 8a) e o hábito (Figura 8b) não evidenciaram padrões morfológicos claros relacionados à ecologia, confirmados pelos indicadores quantitativos. A análise dos hábitats apresentou um estresse 0,3499, com baixos valores de  $r^2$  (0,37 para a coordenada 1 e 0,22 para a coordenada 2) e a de hábitos das espécies 0,3208 de estresse,  $r^2_1=0,30$  e  $r^2_2 = 0,20$ .

FIGURA 8: ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO MÉTRICO (NMDS) PARA AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DOS OTÓLITOS *SAGITTA* DE TELEÓSTEOS NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL. (A) HÁBITAT (CÍRCULO = NERÍTICA-INTERNA, QUADRADO = NERÍTICA-RECIFAL, LOSANGO = NERÍTICA, ESTRELA = DE PROFUNDIDADE, MAIS = OCEÂNICA). (B) HÁBITO (CÍRCULO = BENTÔNICA, QUADRADO = DEMERSAL, LOSANGO = PELÁGICA).

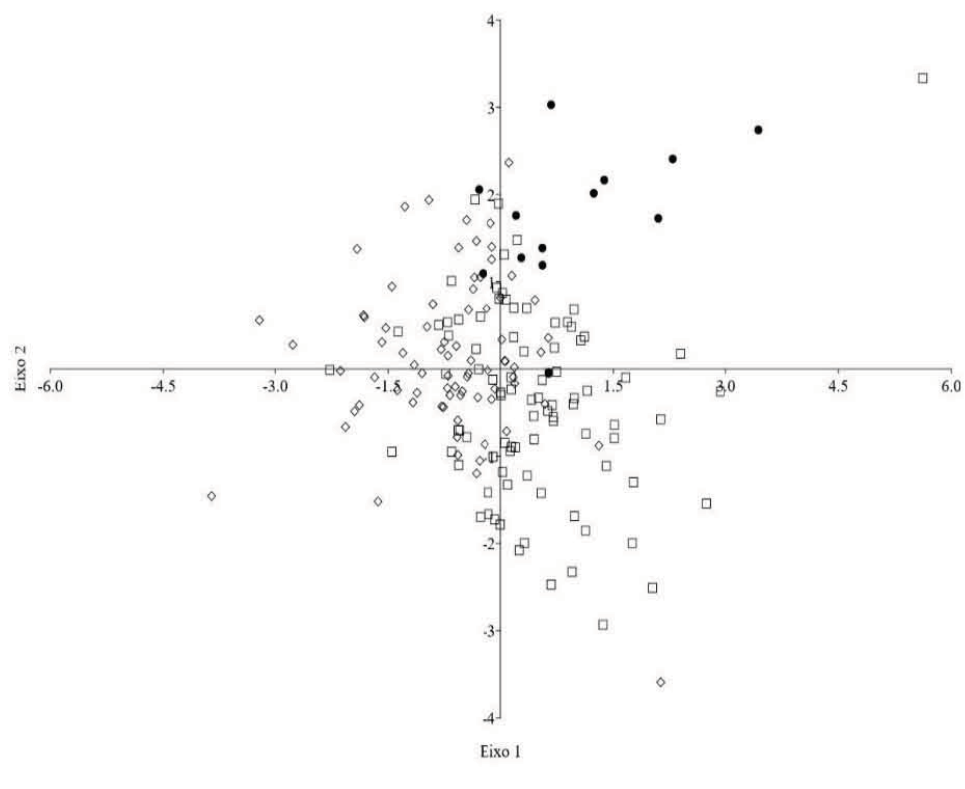
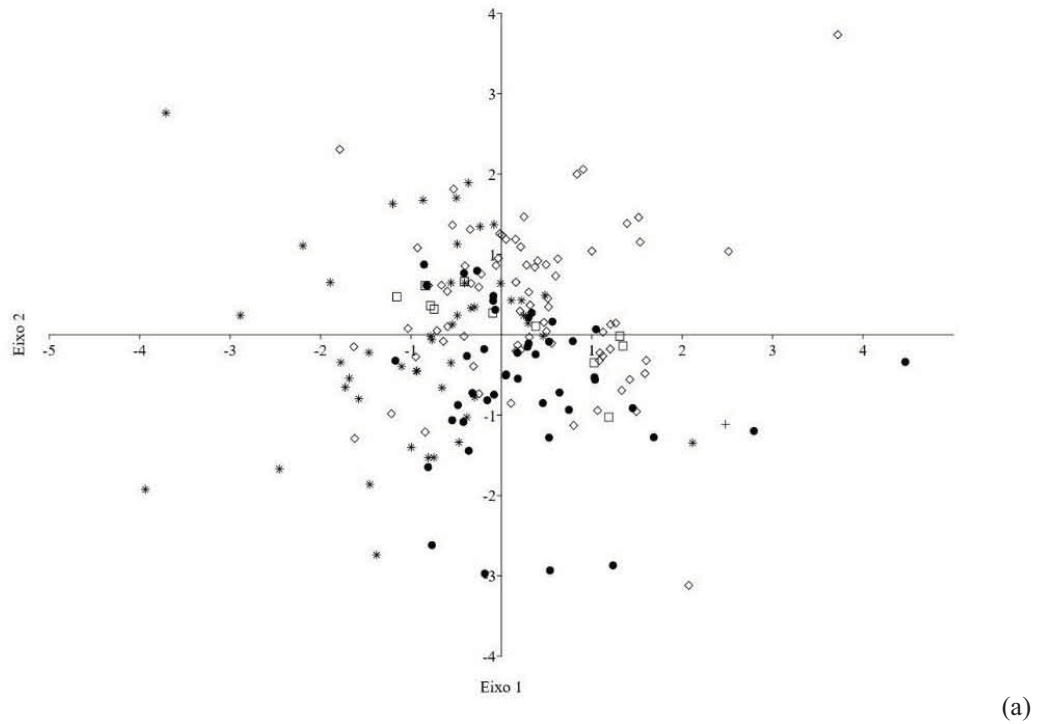


FONTE: Santos (2017).

Considerando o hábitat e hábito das espécies, os quatro primeiros eixos da análise de componentes principais explicaram 87% da variabilidade total dos índices de forma e do comprimento máximo. O primeiro eixo (36%) esteve relacionado à razão OH/OL (0,4682) e à circularidade (-0,5259). A razão OT/OH (0,7270) foi a mais significativa no segundo eixo (22%). O terceiro eixo (16%) explicou as razões OL/TL (0,5611) e OH/OL (-0,5449) e o quarto (13%) a retangularidade (0,5919) e o comprimento corporal máximo (0,5129). Analisando o hábitat, a análise discriminante (Figura 9a), apesar de não discernir adequadamente os três conjuntos de espécies neríticas entre si, foi eficiente em discriminá-los das espécies típicas de outros habitats, com porcentagens de acerto de 84% (nerítica-interna), 64% (nerítica-recifal) e 79% (nerítica). As espécies de profundidade não apresentaram um padrão claro (38% de coincidência) e a oceânica também não, em função de um único exemplar na categoria. Sobre o hábito das espécies, a análise discriminante (Figura 9b) discerniu com relativo sucesso os conjuntos de espécies em função das medidas dos otólitos e corporal, com porcentagens de coincidência de 86% para as espécies bentônicas e 65% para as demersais e pelágicas.

A comparação das médias dos índices de forma em relação ao hábitat (Figura 10 – a espécie oceânica está representada, mas não foi testada) revelou diferenças significativas apenas nas razões OL/TL ( $F = 5,34$ ,  $P = 0,002$ ), devido ao menor valor nas espécies neríticas-internas ( $P < 0,05$  Teste de Tukey) e, OH/OL ( $F = 5,34$ ,  $P = 0,002$ ), devido aos menores valores nas espécies neríticas ( $P < 0,05$  Teste de Tukey). Com relação ao hábito (figura 11), as diferenças foram notáveis: com exceção das relações OH/OL e OT/OL, os demais índices e o comprimento corporal máximo apresentaram padrões claros para diferenciar as espécies pelágicas e demersais (ANOVAs e Tukey  $P < 0,05$ ). Os *sagitta* das espécies demersais apresentaram os maiores valores de OL/TL, OT/OH e retangularidade e os menores valores de circularidade, ocorrendo o inverso nas espécies pelágicas.

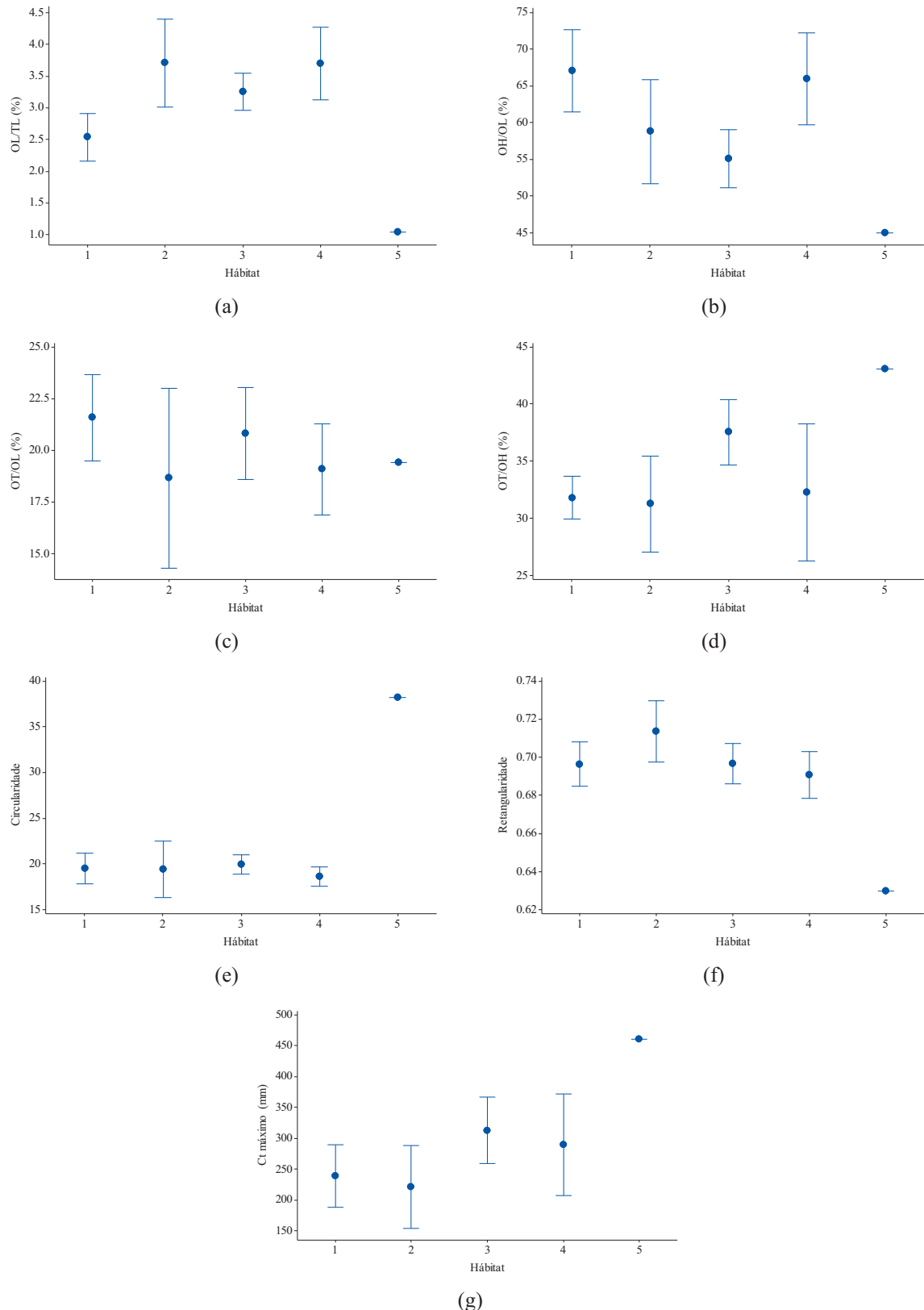
FIGURA 9: ANÁLISE DISCRIMINANTE PARA AS FEIÇÕES MORFOLÓGICAS DOS OTÓLITOS *SAGITTA* DE TELEÓSTEOS NA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL. (A) HÁBITAT (CÍRCULO = NERÍTICA-INTERNA, QUADRADO = NERÍTICA-RECIFAL, LOSANGO = NERÍTICA, ESTRELA = DE PROFUNDIDADE, MAIS = OCEÂNICA). (B) HÁBITO (CÍRCULO = BENTÔNICA, QUADRADO = DEMERSAL, LOSANGO = PELÁGICA).



FONTE: Santos (2017).

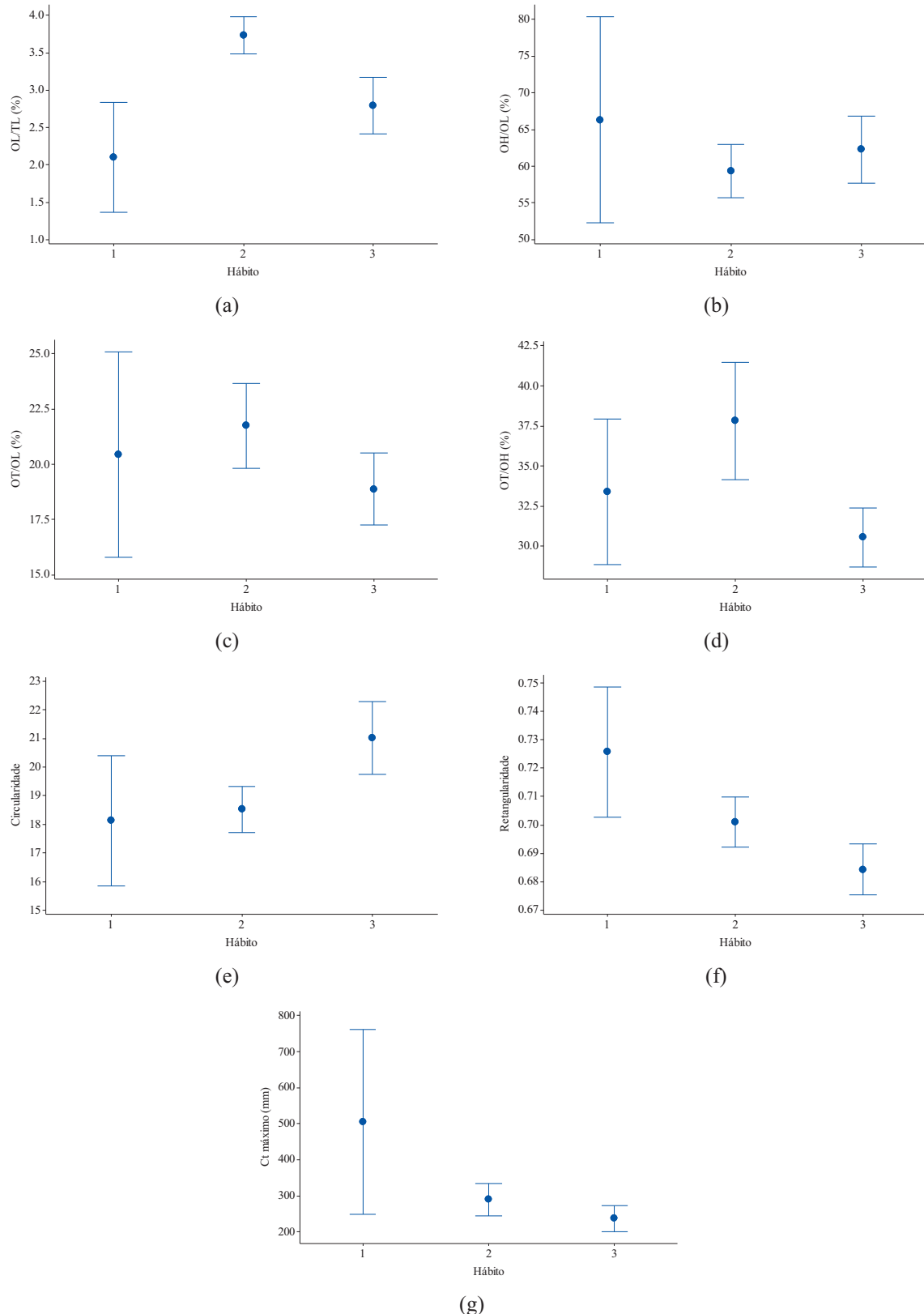


FIGURA 10: MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA 95% DOS ÍNDICES DE FORMA DE OTÓLITOS *SAGITTA* DE TELEÓSTEOS DA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL EM FUNÇÃO DO HÁBITAT. NERÍTICA-INTERNA (1), NERÍTICA-RECIFAL (2), NERÍTICA (3), DE PROFUNDIDADE (4) E OCEÂNICA (5). (A) RAZÃO DE ASPECTO OL/TL, (B) RAZÃO DE ASPECTO OH/OL (C) RAZÃO DE ASPECTO OT/OL (D) RAZÃO DE ASPECTO OT/OH (E) CIRCULARIDADE (F) RETANGULARIDADE (G) COMPRIMENTO TOTAL MÁXIMO NA AMOSTRA (TL MÁXIMO MM) (VER SIGLAS NO TEXTO).



FONTE: Santos (2017).

FIGURA 11: MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA 95% DOS ÍNDICES DE FORMA DE OTÓLITOS *SAGITA* DE TELEÓSTEOS (N = 179) DA REGIÃO SUDESTE-SUL DO BRASIL EM FUNÇÃO DO HÁBITO BENTÔNICO (1), DEMERSAL (2) E PELÁGICO (3). (A) RAZÃO DE ASPECTO OL/TL, (B) RAZÃO DE ASPECTO OH/OL (C) RAZÃO DE ASPECTO OT/OL (D) RAZÃO DE ASPECTO OT/OH (E) CIRCULARIDADE (F) RETANGULARIDADE (G) COMPRIMENTO TOTAL MÁXIMO NA AMOSTRA (TL MÁXIMO MM) (VER SIGLAS NO TEXTO).



FONTE: Santos (2017).

#### 4. DISCUSSÃO

Os estudos ecomorfológicos permitem a compreensão das interações entre os organismos e seu ambiente (Ricklefs e Miles 1994; Norton *et al.* 1995; Lombarte *et al.* 2010). Os otólitos, apesar de relacionados à audição e equilíbrio, estão firmemente consolidados como ferramentas para o entendimento dos aspectos biológicos dos peixes, destacando a ecomorfologia (Torres *et al.*, 2000; Volpedo e Echeverría, 2003; Volpedo e Fuchs, 2010). Diversos fatores podem interferir na morfologia dos otólitos, como os ambientais (Aguirre e Lombarte, 1999; Gauldie e Crampton, 2002; Volpedo e Echeverría, 2003), estratégias alimentares (Nonogaki *et al.*, 2007), ontogenia (Tombari *et al.*, 2005; Carvalho *et al.*, 2015), fisiologia (Paxton, 2000; Lombarte e Cruz, 2007) e filogenia (Assis, 2003, 2005; Nolf e Tyler, 2006).

No presente estudo as características ambientais foram analisadas de forma indireta, através do hábitat e hábito. As variações em função de estratégias alimentares não puderam ser averiguadas em função da predominância de espécies carnívoras. Quanto a variações ontogenéticas, a avaliação de características com pouca variação a partir dos originais consultados foi uma maneira de assegurar a análise sobre o padrão de peixes adultos. Mesmo os índices de forma dos estudos apresentando a limitação de não terem sido submetidos à remoção do efeito do tamanho corporal (Lombarte e Lleonart, 1993; Lleonart *et al.*, 2000) apresentaram padrões fortes, tais como, retangularidade e a circularidade, os quais foi eficiente na separação do hábito (principalmente pelágico e demersal). No caso das feições de forma, o desenvolvimento do *rostrum*, também demonstrou ser uma boa ferramenta para diferenciar padrões.

Sobre as 179 espécies estudadas, a despeito da nova classificação dos peixes (Betancur-R *et al.* 2017), que reorganizou as ordens com base em dados genômicos de quase 2000 peixes, a constituição de espécies é reflexo dos projetos de pesquisa que constituíram a coleção base de otólitos, sediada no Laboratório de Ictiofauna do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Rossi-Wongtschowski *et al.*, 2014a). Até o final dos anos 1990, os cruzeiros de prospecção pesqueira (descoberta de novos recursos) e de pesca exploratória (monitoramento de recursos) compreenderam principalmente recursos demersais (como por exemplo as pescadas da família Sciaenidae) e pelágicos (a sardinha-verdadeira e sua fauna associada) (Haimovici, 2007; Rossi-Wongtschowski *et al.*, 2014b). As espécies de profundidade analisadas foram decorrência dos cruzeiros de pesquisa realizados no talude superior e áreas

mais distantes da costa no final dos anos 1990 e início dos anos 2000, no contexto do levantamento de espécies da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Figueiredo *et al.*, 2002; Bernardes *et al.*, 2005). Desta maneira, o conjunto de espécies é peculiar aos projetos conduzidos e às suas estratégias amostrais, principalmente pescarias com rede de arrasto de fundo e de meia água.

As feições morfológicas investigadas apresentaram muita variação e não permitiram a identificação de um padrão claro, como aqueles reportados em outros estudos (Lombarte e Tuset, 2015). A forma do otólito, com suas trinta e duas categorias, extrapolou o total de vinte e três morfotipos (Rossi-Wongtschowski, 2015) devido à combinação de diferentes morfotipos, como uma característica transicional. O mesmo se aplica às regiões anterior, posterior, bordas dorsal e ventral (Tuset *et al.*, 2008). Logo, apesar de maior número de categorias nessas feições, elas foram pouco robustas e pouco úteis como critério objetivo para discernir as espécies em função e hábito e habitat.

Das feições dos otólitos que se destacaram, os elementos relacionados ao *sulcus acusticus* e suas informações confirmam as observações de Platt e Popper (1981) como característica morfofuncional e taxonômica (Gaemers, 1984; Nolf, 1985; Torres *et al.* 2000). Por ser o sítio de inserção da mácula, está relacionado diretamente à capacidade auditiva e equilíbrio, mais desenvolvido em espécies neríticas e costeiras (Volpedo e Vaz-dos-Santos, 2015). Por sua vez, o *rostrum* ausente na maioria das espécies bentônicas e presente e bem desenvolvido nas pelágicas é uma característica universal de teleósteos marinhos, associado à atividade natatória intensa e orientação (Volpedo e Echeverría, 2003).

Os índices de forma e o comprimento corporal máximo forneceram indicadores mais seguros dos padrões ecomorfológicos dos otólitos, evidenciados pelas análises multivariadas, neste caso, eficientes para ressaltar padrões (Hair *et al.*, 2009, Hammer 2018). As espécies neríticas-internas, a maioria pelágicas, como os Beloniformes (peixes-agulha), os Clupeiformes (anchovas) e os Mugiliformes (tainhas) possuem otólitos com baixa circularidade e altos valores da razão OH/OL e OT/OH (Siliprandi *et al.*, 2016, Conversani *et al.*, 2017, Santificetur *et al.*, 2017). Espécies neríticas, como carangídeos pelágicos e as pescadas demersais, apresentaram alta circularidade e OT/OH, com baixos valores da razão OH/OL. Espécies neríticas-recifais, pelágicas e demersais, destacando os Lutjaniformes (vermelhos), apresentaram alta circularidade e baixos de OH/OL, como as espécies neríticas, mas diferentemente delas a razão OT/OH também foi baixa (Brenha-Nunes *et al.*, 2016). Espécies de profundidade, pelágicas como os Myctophiformes e demersais como os Gadiformes (p.ex. merluza) foram caracterizadas por baixa circularidade, altos valores da OH/OL e baixos da OT/OH (Rossi-

Wongtschowski *et al.*, 2014a, Giaretta *et al.*, 2017). Esses padrões foram reforçados com a análise discriminante, que foi altamente satisfatória na classificação. Inconsistências de classificação devido às espécies nos quais ocorreram, discutidos a seguir.

Das espécies bentônicas, apesar da alta porcentagem de coincidência, o erro de classificação de *Porichthys porosissimus*, *Dibranchius atlanticus* e *Ogcocephalus vespertilio* pode ser explicado pelo comportamento dessas espécies, que podem associar parte de sua alimentação e natação à coluna d'água (Vianna *et al.*, 2000; Gibran e Castro, 2005). Das espécies de hábito demersal os erros de atribuição tenderam a classificar as espécies como pelágicas, cuja explicação é mesma anterior, relacionada à uma parcial associação à coluna d'água, como as espécies de profundidade *Argentina striata* (Haimovici *et al.*, 2008) e *Ariomma bondi* (Vaz-dos-Santos *et al.*, 2013a). Das demersais atribuídas como bentônicas, chamou a atenção a abrótea *Urophycis mystacea*, cuja grande variação nos padrões de otólitos torna o uso dessas estruturas complexo (Santificetur, 2013).

Sobre os erros de classificação das espécies pelágicas, as anchovas *Anchoa lyolepis* e *Anchovia clupeioides* foram atribuídas como demersais. Entretanto, as congêneras e outras da ordem Clupeiformes, cujos otólitos não são tão distintos (Lemos *et al.*, 1995a,b), foram adequadamente classificadas, não havendo uma explicação clara para a questão, que pode estar associada ao tamanho das amostras de Siliprandi *et al.* (2016). Nesses estudos e em outros da série, o número de otólitos em muitas das situações foi limitado e inferior ao utilizado em outros estudos, o que é uma fonte de variabilidade e erro. Rondon *et al.* (2014) analisaram e identificaram o padrão dos otólitos de *Beryx splendens* com base em 259 otólitos enquanto que Conversani *et al.* (2017) tomaram os mesmos materiais e fizeram uma subamostra com apenas 29 otólitos. Os resultados foram discrepantes, mostrando que a análise de poucas amostras geram resultados pouco robustos, um elemento estatístico básico (Zar, 2010). Ainda sobre as espécies pelágicas, alguns Scombriformes (atuns e afins), como *Scomberomorus brasiliensis*, serem reclassificados como bentônicas é uma evidência da influência da interação hábitat-hábito sobre os otólitos. A acima mencionada *S. brasiliensis* pode ocorrer em regiões costeiras e em pequena profundidade, como em currais (Vaz-dos-Santos *et al.*, 2013b).

Os valores médios dos índices de forma em relação ao hábito confirmaram que a circularidade dos otólitos de peixes pelágicos é maior do que de peixes demersais, nos quais a retangularidade, assim como as razões que evidenciam maior tamanho (OL/TL e OT/OL), é maior (Gauldie, 1988, Volpedo e Fuchs, 2010). Peixes pelágicos apresentam otólitos proporcionalmente menores, relacionados a uma redução de massa para ocupação da coluna d'água.

Apesar de disponíveis, as descrições de otólitos de vinte e seis espécies de linguados (Pleuronectiformes) e dos bagres da família Ariidae (n=2) (Santificetur *et al.*, 2017) não foram utilizadas, por estarem baseadas em otólitos *lapillus* e não *sagitta*. Estes otólitos são diferentes e os *lapillus* são menos utilizados e estudados, sendo aplicados a eles nomenclaturas e metodologias de *sagitta* (Assis, 2000, 2005). Logo, não seria pertinente unir análises de estruturas distintas, criando uma fonte de erro desnecessária.

## 5. CONCLUSÃO

Constatou a existência de padrões ecomorfológicos dos otólitos *sagitta* dos peixes teleósteos da região Sudeste-Sul definidos pela associação do hábitat, hábito, índices de forma (principalmente retangularidade e a circularidade) e a feição do *rostrum*, úteis para distinguir espécies pelágicas e demersais. Considera-se importante tentar preencher esta lacuna com descrições mais detalhadas e com novas descrições ainda não disponíveis, refinando a aplicação desta ferramenta.



## REFERÊNCIAS

- Aguilera, O. A. (2010). **Peces fosiles del Caribe de Venezuela**. Mahoney Drive, Edición del Autor. 254p.
- Aguirre, H., Lombarte, A. (1999). Ecomorphological comparisons of *sagittae* in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. **Journal of Fish Biology**, v. 55, p. 105–114.
- Assis, C. A. (2000). **Estudo morfológico dos otólitos *sagitta*, *asteriscus* e *lapillus* de teleósteos (Actinopterygii, Teleostei) de Portugal continental**. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa.
- Assis, C. A. (2003). The lagenar otoliths of teleosts: their morphology and its application in species identification, phylogeny and systematics. **Journal of Fish Biology**, v. 62, p. 1268–1295.
- Assis, C. A. (2004). **Guia para a identificação de algumas famílias de peixes ósseos de Portugal Continental, através da morfologia dos seus otólitos *sagitta***. Câmara Municipal de Cascais, Cascais, 190 pp.
- Assis, C. A. (2005). The utricular otoliths, *lapilli*, of teleosts: their morphology and relevance for species identification and systematics studies. **Scientia Marina**, v. 69, n 2, p. 259–273.
- Begg, G. A., Campana, S. E., Fowler, A. J., Suthers, I. M.. (2005). Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. **Marine and Freshwater Research**, v. 56, p. 477–483.
- Bernardes, R. A. *et al.* (2005). **Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração**. Série Documentos Revizee - Score Sul. 176p.
- Betancur-R, R., Wiley, E.O., Arratia, G., Acero, A., Bailly, N., Miya, M., Lecointre, G. & Ortí, G. (2017). Phylogenetic classification of bony fishes. **BMC Evolutionary Biology**, 17:162.
- Bostanci, D.; Polat, N.; Kurucu, G.; Yedier, S.; Kontas, S. & Darçin, M. (2015). Using otolith shape and morphometry to identify four *Alburnus species* (*A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi*) in Turkish inland waters. **Jornal of Applied Ichthyology**, v. 31, n 6, p. 1013-1022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva - Programa REVIZEE, Proposta Nacional de Trabalho.** Brasília, 2006.

Brenha-Nunes, M. R., Santifecetur, C., Conversani, V. R. M., Gioletta, M. B., Rossi-Wongtschowski, C. L. B. Siliprandi C.C. (2016). Atlas of marine bony fish otoliths (*sagittae*) of Southeastern-Southern Brazil Part IV: Perciformes (Centropomidae, Acropomatidae, Serranidae, Priacanthidae, Malacanthidae, Pomatomidae, Carangidae, Lutjanidae, Gerreidae and Haemulidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64(special issue 1), p. 23-75.

Campana, S.E. (2004). **Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean.** NRC Research Press, Ottawa, Ontario. 280p.

Carvalho, B. M., Vaz-dos-Santos, A. M., Spach, H. L., & Volpedo, A. V. (2015). Ontogenetic development of the *sagittal* otolith of the anchovy, *Anchoa tricolor*, in a subtropical estuary. **Scientia Marina**, 79(4). <https://doi.org/10.3989/scimar.04218.31A>

Castro, B. M, Lorenzzetti, J. A., Silveira, I. C. A., Miranda, L. B. (2006). Estrutura Termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Rossi-Wongtschowski C.L.B., Madureira L.S.P. **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-sul do Brasil.** São Paulo, p. 56-61.

Conversani, V.R.M., Brenha-Nunes, M.R., Santificetur, C., Gioletta, M.B., Siliprandi, C.C., Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (2017). Atlas of marine bony fish otoliths (*sagittae*) of Southeastern – Southern Brazil Part VII: Atheriniformes, Beloniformes, Beryciformes, Zeiformes, Syngnathiformes, Scorpaeniformes and Tetraodontiformes. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n 3, p. 400 -447.

Figueiredo, A. G., & Madureira, L. S. P. (2004). **Topografia, composição, refletividade do substrato marinho e identificação de províncias sedimentares na região Sudeste-Sul do Brasil.** São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP – Série documentos Revizee, p. 64.

Figueiredo, J. L., Menezes, N. A. (1978). **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1).** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 110 p.

Figueiredo, J. L., Menezes, N. A. (1980). **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2).** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 90 p.

Figueiredo, J. L., Menezes N.A. (2000). **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 116p.

Figueiredo, J. L.; Santos, A. P.; Yamaguti, N.; Bernardes, R. Á. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (2002). **Peixes da Zona Econômica Exclusiva da região sudeste-sul do Brasil**. Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado. 242p.

Gaemers, P. A. M. (1984). Taxonomic position of the Cichlidae (Pisces, Perciformes) as demonstrated by the morphology of their otoliths. *Neth. Journal of Zoology*, v. 34, p. 566–595.

Gaemers, P. A., & Poulsen, J. Y. (2017). Recognition and Distribution of Two North Atlantic Gadid Species, *G. argenteus* and *G. thori* (Gadidae), Based on Otolith Morphology, Larval Pigmentation, Molecular Evidence, Morphometrics and Meristics. *Fishes*, 2, 15.

Gauldie, R. W. (1988). Function, form and time-keeping properties of fish otoliths. *Comparative Biochemistry Physiology*, v. 91, p. 395–402.

Gauldie, R. W., Crampton, J. S. (2002). An eco-morphological explanation of individual variability in the shape of the Fish otolith: comparison of the otolith of *Hoplostethus atlanticus* with other species by depth. *Journal Fish Biology*, v. 60, p. 1204–1221.

Giaretta, M. B., Sileprandi, C. C., Santificetur, C., Brenha- Nunes, M. R., Conversani, V. R. M., Rossi-Wongtschowski, C. L. B. (2017). Atlas of marine bony fish otoliths (*sagittae*) of Southeastern-Southern Brazil Part VI: Albuliformes, Anguiliformes, Osmeriformes, Stomiiformes, Aulopiformes, Myctophiformes, Ophidiiformes, Polimixiiformes, Batrachoidiformes and Lophiformes. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 65, n 2, p. 258–308.

Gibran, F. Z., Castro, R. M. C. (2005). Activity, feeding behaviour and diet of *Ogcocephalus vespertilio* in southern west Atlantic. *Journal of Fish Biology*, v. 55, n 3, <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb00701.x>

Haimovici, M.; Velasco, G. (2007). A pesca de espinhel-de-fundo no Sul do Brasil em 1997 e 1998. Haimovici, M.; Avila-da-Silva, A. O.; Lucato, S.H.B.; Velasco, G.; Arantes, L.H. A pesca de linha-de-fundo na plataforma externa e talude superior da região Sudeste-Sul do Brasil em 1997 e 1998. In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B.; Bernardes, R.A.; Cergole, M.C.

(Eds.) **Dinâmica das frotas pesqueiras comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos Revizee - Score Sul. p. 295-325.

Haimovici, M., Rossi- Wongtschowski, C. L. B., Bernardes, R. A., Fischer, L. G., Vooren, C. M., Santos, R. A., Rodrigues, A. R., Santos, S. (2008). **Prospecção pesqueira de espécies demersais com rede de arrasto-de-fundo na região Sudeste-Sul do Brasil**. Série Documentos Revizee - Score Sul, 183p.

Hair, J. F. J., Anderson, R.E., Tatham R.L., Black, W.C. (2009). **Análise Multivariada de dados**. Sexta Edição. Bookman, Porto Alegre, 600 p.

Hammer, O. (2018). **PAleontological STatistics**. Version 3.20. Oslo: Natural History Museum University of Oslo.

Lalli C.M., Parsons T.R. (2006). **Biological Oceanography an introduction**. 2ª edição. Vancouver, Canada: The open University, 314 p.

Legendre, P. & L. Legendre. (1998). **Numerical Ecology**. Second English. Elsevier, Amsterdam, 870 p. 1998.

Leguá, J., Plaza, G., Pérez, D., Akhipkin, A. (2013). Otolith shape analysis as a tool for stock identification of the southern blue whiting, *Micromesistius australis*. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, p. 479-489.

Lemos, P. H. de B., Corrêa, M. F. M., & Pinheiro, P. C. (1995a). Catálogo de otólitos de Clupeidae (*Clupeiformes-Osteichthyes*) do Litoral do Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia E Tecnologia**, v. 38(3), p. 747–759.

Lemos, P. H. de B., Corrêa, M. F. M., & Pinheiro, P. C. (1995b). Catálogo de otólitos de Engraulidae (*Clupeiformes-Osteichthyes*) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia E Tecnologia**, v. 38(3), p. 731–745.

Lleonart, J., Salat, J., Torres, G.J. (2000). Removing allometric effects of body size and in morphological analysis. **Journal Theor Biology**, v. 205, p. 85–93.

Lombarte, A., Cruz, A. (2007). Otolith size trends in marine Fish communities from different depth strata. **Journal Fish Biology**, v. 71(1), p. 53–76.

Lombarte, A., Lleonart, J. (1993). Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. **Environmental Biology of Fishes**, v. 37, p. 297-306.

Lombarte, A., Palmer, M., Matallanas, J., Gómez-Zurita, J. & Morales-Nin, B. (2010). Ecomorphological trends and phylogenetic inertia of otolith *sagittae* in Nototheniidae. **Environmental Biology of Fishes** 89, 607–618.

Lombarte, A., Tuset, V. (2015). Morfometría de Otolitos. In: Volpedo, A.V., Vaz-dos-Santos, A. M. **Métodos de estudos com otólitos: princípios e aplicações**. Buenos Aires, p. 269-303.

Manly, B. J. F. (2008). **Métodos Estatísticos Multivariadas: Uma introdução**. Terceira edição. Artmed, Porto Alegre, 229 p.

Menezes, N. A., Figueiredo, J. L. (1980). **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3)**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 96 p.

Menezes N.A., Figueiredo J.L. (1985). **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. V. Teleostei (4)**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 105 p.

Menezes, N. A. (2011). Checklist of marine fishes from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11 (1a).

Moyle, P.B. & Cech JR., J.J. (2004). **Fishes: An introduction to ichthyology**. Upper Saddle River: Prentice Hall. 726p.

Nolf D. (1985). Otolith piscium. In: Schultze H.P. (ed.). **Handbook of Paleoichthyology**, Vol. X, Stuttgart and New York, Fisher, pp. 1-145.

Nolf, D., Tyler, H. (2006). Otolith evidence concerning interrelationship of Caproid Zeiform and Tetradontiform fishes. **Bulletin Del Institut Royal Des Sciences Naturelles de Belgique**, v. 76, p. 147–189.

Nonogaki, H., Nelson, J.A., Patterson, W.P., (2007). Dietary histories of herbivorous loricariid catfishes: evidence from  $\delta^{13}\text{C}$  values of otoliths. **Environmental Biology of Fishes**, v. 78, p. 13–21.

Norton, S.F., Luczkovich, J.J. & Motta, P.J. (1995). The role of ecomorphological studies in the comparative biology of fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 44(1-2), p. 287-304.

Panfili, J., Pontual, H., Troadec, H., Wright, P.J. (2002). **Manual of Fish Sclerochronology**. Infremer-IRD coedition, Brest, France, 464 p.

Paxton, J.R. (2000). Fish otoliths: do sizes correlate with taxonomic group, habitat and/or luminescence? **Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences**, v. 355, p. 1299–1303.

Perin, S., Vaz-dos-Santos, A. M. (2014). Morphometry and relative growth of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) in the southeastern Brazilian bight. **Arquivos de Zoologia**, 45, 63-72.

Platt, C. & Popper, A. N. (1981). Fine structure and function of the ear. In **Hearing and Sound Communication in Fishes** (Tavolga, W. N., Popper, A. N. & Fay, R. R., eds), pp. 3–38. New York: Springer Verlag.

Ponton, D. (2006). Is geometric morphometrics efficient for comparing otolith shape of different fish species? **Journal of morphology**, v. 267, p. 750-757.

Ricklefs, R. E. & Miles, D. B. (1994). Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. Pages 13–41 in P. C. Wainwright and S. M. Reilly, editors. **Ecological morphology**. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.

Rondon, A.S., Vaz-dos-santos, A. M., Rossi – Wongtschowski, C. L. B. (2014). Morfologia e biometria dos otólitos de *beryx splendens* e *hoplostethus occidentalis* (Beryciformes) no atlântico sudoeste. **Boletim do Instituto de Pesca**, V. 40, n 2, p. 195 – 206.

Rossi- Wongtschowski, C. L. B., Madureira, L. S. P. (2006). **O ambiente marinho oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil**. São Paulo: Edusp, 466 p.

Rossi-Wongtschowski, C. L. B., Siliprandi, C. C., Brenha, M. R., Gonsales, S. A., Santificetur, C., Vaz-dos-Santos, A.M. (2014a). Atlas of marine bony fish otoliths (*sagittae*) of Southeastern- Southern Brazil part I: Gadiformes (Macrouridae, Moridae, Bregmacerotidae, Phycidae and Merlucciidae); part II: Perciformes (Carangidae, Sciaenidae, Scombridae and Serranidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 62(special issue), p. 1-103.

Rossi-Wongtschowski, C. L. del B., Vaz-dos-Santos, A. M., & Siliprandi, C. C. (2014b). Checklist of the marine fishes collected during hydroacoustic surveys in the Southeastern Brazilian Bight from 1995 to 2010. **Arquivos de Zoologia**, 45, 73–88.

Rossi-Wongtschowski, C. L. B. (2015). Morfología de Otolitos. In: Volpedo, A. V., Vaz-dos-Santos, A. M. **Métodos de estudos com otólitos: princípios e aplicações**. Buenos Aires, p. 238-266.

Santificetur, C. (2013). **Análise da estrutura populacional da abrótea-de-profundidade, *Urophycis mystacea* Ribeiro, 1903 (Teleostei: Phycidae) da região sudeste-sul do Brasil. Morfologia e relação entre isótopos estáveis dos otólitos *sagittae*.** Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo.

Santificetur, C., Conversani, V. R. M., Brenha-Nunes, M. R., Giorretta, M. B., Siliprandi, C. C., Rossi- Wongtschowski, C. L. B. (2017). Atlas of marine bony fish otoliths (*sagittae*) of Southeastern-Southern Brazil Part V: Perciformes (Sparidae, Sciaenidae, Polynemidae, Mullidae, Kyphosidae, Chaetodontidae, Mugilidae, Scaridae, Percophidae, Pinguipedidae, Blenniidae, Gobiidae, Ephippidae, Sphyrinae, Gempylidae, Trichiuridae, Scombridae, Ariommatidae, Stromateidae and Caproidae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 65, n 2, p. 201 -257.

Secor, D. H., Dean, J. M. & Laban, E. H. (1991). **Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination.** Columbia: Electric Power Research Institute and Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research. 85 p.

Semmar, N. (2013). **Native Statistics for Natural Sciences.** New York: Nova Science Publishers.

Siliprandi, C. C., Brenha-Nunes, M. R., Rossi- Wongtschowski, C. L. B., Santificetur, C., Conversane, V. R. M. (2016). Atlas of marine bony fish otoliths (*sagittae*) of Southeastern-Southern Brazil part III: Clupeiformes (Clupeidae, Engraulidae, Pristigasteridae). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64(special issue), p. 1-22.

Tombari, A. D., Volpedo, A.V., Echeverría, D. D. (2005). Desarrollo de la *sagitta* en juveniles y adultos de *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes, 1835) y *O. bonariensis* (Valenciennes, 1835) de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Teleostei: Atheriniformes). **Revista Chilena História Natural**, v. 78, p. 623–633.

Torres, G. J., Lombarte, A. & Morales-Nin, B. (2000). Variability of the *sulcus acusticus* in the *sagittal* otolith of the genus *Merluccius* (Merlucciidae). **Fishery Research** 46, 5–13.

Tuset, V. M., Lombarte, A., González, J. A., *et al.* (2003). Comparative morphology of the *sagitta* otolith. **Journal of Fish. Biology**, v. 63, p. 1491-1504.



Tuset, V.M.; Lombarte, A.; Assis, C.A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. **Scientia Marina**, v. 72, p. 7-19872(S1): 7-198.

Tuset, V. M., Imondi, R., Aguado, G., Otero-Ferrer, J. L., Santschi, L., Lombarte, A., & Love, M. (2015). Otolith patterns of rockfishes from the Northeastern Pacific. **Journal of morphology**, 276(4), 458-469.

Tuset, V. M., Farré, M., Otero-Ferrer, J. L., Vilar, A., Morales-Nin, B., & Lombarte, A. (2016). Testing otolith morphology for measuring marine fish biodiversity. **Marine and Freshwater Research**, 67(7), 1037-1048.

Valentim, J.L. (2012). **Ecologia numérica: Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Segunda edição. Interciência, Rio de Janeiro, 168 p.

Vaz-dos-Santos, A.M., Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B., Pereira, N.B., Kuchinski, F.B., Fernandes, J. (2013a). Biologia reprodutiva do rombudo *Ariomma bondi* (Teleostei: Ariommatidae) na Bacia do Sudeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39(1), p. 27-36.

Vaz-dos-Santos, A. M., Costa, M. R. da, & Cruvinel, C. M. (2013b). Analysis of the ichthyofauna caught in a stationary uncovered pound net in the Toque Toque Pequeno Beach , northern coast of São Paulo State , Brazil. **UNISANTA BioScience**, 2(2), 7–16.

Vianna, Marcelo, Tomas, Acácio R. G., & Verani, José R. (2000). Aspects of the biology of the Atlantic Midshipman, *Porichthys porosissimus* (Teleostei, Batrachoididae): an important by-catch species of shrimp trawling off southern Brazil. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 48(2), p. 131-140.

Volpedo, A.V. & Echeverría, D. D. (1999). Morfología de los otolitos *sagittae* de juveniles y adultos de *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Sciaenidae). **Thalassas**, v. 15, p. 19-24.

Volpedo, A.V. & Echeverria, D. D. (2003). Ecomorphological patterns of the *sagitta* in fish on the continental shelf off Argentina. **Fisheries Research**, v. 60, p. 551–560.

Volpedo, A. V., Tombari, A. D., Echeverría, D. D. (2008). Ecomorphological patterns of the *sagitta* of Antarctic fish. **Polar Biology**, 31 (5): 635-640.

Volpedo, A.V. & Fuchs, D. V. (2010). Ecomorphological patterns of the *lapilli* of Paranoplatense Siluriforms (South America). **Fisheries Research**, v. 102, p. 160-165.



Volpedo, A. V.; Vaz-dos-Santos, A. M. (2015). **Métodos de estudios con otolitos: principios y aplicaciones**. Buenos Aires: Ciudad Autónoma de Buenos Aires, p. 269 -280.

Zar, J. H. (2010). **Biostatistical Analysis** (5th ed.). New Jersey: Pearson.

Zhuang, L.; Ye, Z. & Zhang, C. (2014). Application of otolith shape analysis to species separation in *Sebastes* spp. from the Bohai Sea and the Yellow Sea, northwest Pacific. **Environmental. Biology of. Fish**, v. 98, n 2, p. 547-58.

Zischke, M. T., Litherland, L., Tilyard, B. R., Stratford, N. J., Jones, E. L., & Wang, Y. G. (2016). Otolith morphology of four mackerel species (*Scomberomorus* spp.) in Australia: Species differentiation and prediction for fisheries monitoring and assessment. **Fisheries Research**, v. 176, p. 39-47.

ANEXO 1 – Lista taxonômica das espécies com descrições de otólitos *sagitta* na região Sudeste-Sul do Brasil.

Ordem	Família	Espécie	Autor
Albuliformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i>	(Linnaeus 1758)
Anguilliformes	Congridae	<i>Ariosoma opisthophthalmum</i>	(Ranzani 1839)
		<i>Conger orbignyanus</i>	Valenciennes 1837
	Muraenidae	<i>Gymnothorax conspersus</i>	Poey 1867
Clupeiformes	Chirocentridae	<i>Gymnothorax ocellatus</i>	Agassiz 1831
		<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>	(Poey 1867)
	Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i>	(Cuvier 1829)
		<i>Opisthonema oglinum</i>	(Lesueur 1818)
		<i>Sardinella brasiliensis</i>	(Steindachner 1879)
	Engraulidae	<i>Anchoa flifera</i>	(Fowler 1915)
		<i>Anchoa lyolepis</i>	(Evermann & Marsh 1900)
		<i>Anchoa tricolor</i>	(Spix & Agassiz 1829)
		<i>Anchovia clupeoides</i>	(Swainson 1839)
		<i>Anchoviella lepidentostole</i>	(Fowler 1911)
		<i>Cetengraulis edentulus</i>	(Cuvier 1829)
		<i>Engraulis anchoita</i>	Hubbs & Marini 1935
	Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i>	(Fowler 1917)
Argentiniiformes	Argentinidae	<i>Argentina striata</i>	Goode & Bean 1896
Stomiatiformes	Sternoptychidae	<i>Maurolucus stehmanni</i>	Parin & Kobylansky 1993
Aulopiformes	Chlorophthalmidae	<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	Bonaparte 1840
		<i>Parasudis truculenta</i>	(Goode & Bean 1896)
		<i>Saurida brasiliensis</i>	Norman 1935
		<i>Saurida caribbaea</i>	Breder 1927
		<i>Synodus foetens</i>	(Linnaeus 1766)
Myctophiformes	Myctophidae	<i>Diaphus dumerilii</i>	(Bleeker 1856)
		<i>Diaphus hudsoni</i>	Zurbrigg & Scott 1976
		<i>Diaphus perspicillatus</i>	(Ogilby 1898)
		<i>Hygophum hygomi</i>	(Lütken 1892)
		<i>Lepidophanes guentheri</i>	(Goode & Bean 1896)
		<i>Myctophum obtusirostre</i>	(Taning 1928)
		<i>Notoscopelus caudispinosus</i>	(Johnson 1863)
		<i>Notoscopelus resplendens</i>	(Richardson 1845)
Zeiformes	Neoscopelidae	<i>Neoscopelus macrolepidotus</i>	Johnson 1863
	Grammicolepididae	<i>Xenolepidichthys dalgleishi</i>	Gilchrist 1922
	Zeniontidae	<i>Zenion hololepis</i>	(Goode & Bean 1896)
Gadiformes	Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros atlanticus</i>	Goode & Bean 1886
		<i>Bregmaceros cantori</i>	Milliken & Houde 1984
	Macrouridae	<i>Coelorinchus marinii</i>	Hubbs 1934
		<i>Malacocephalus laevis</i>	(Lowe 1843)
		<i>Malacocephalus occidentalis</i>	Goode & Bean 1885
		<i>Ventrifossa macropogon</i>	Marshall 1973
	Merlucciidae	<i>Merluccius hubbsi</i>	Marini 1933

Gadiformes	Moridae	<i>Gadella imberbis</i>	(Vaillant 1888)
		<i>Laemonema goodebeanorum</i>	Meléndez C. & Markle 1997
	Phycidae	<i>Urophycis brasiliensis</i>	(Kaup, 1858)
		<i>Urophycis mystacea</i>	Miranda Ribeiro 1903
Polimixiiformes	Polimixiidae	<i>Polymixia lowei</i>	Günther 1859
Beryciformes	Berycidae	<i>Beryx splendens</i>	Lowe 1834
Trachichthyiformes	Trachichthyidae	<i>Hoplostethus occidentalis</i>	Woods 1973
Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Genypterus brasiliensis</i>	Regan 1903
		<i>Ophidion holbrookii</i>	Putnam 1874
		<i>Raneya brasiliensis</i>	(Kaup1856)
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Porichthys porosissimus</i>	(Cuvier 1829)
Scombriformes	Ariommatidae	<i>Ariomma bondi</i>	Fowler 1930
	Gempylidae	<i>Thyrsitops lepidopoides</i>	(Cuvier 1832)
	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i>	(Linnaeus 1766)
	Scombridae	<i>Euthynnus alletteratus</i>	(Rafinesque 1810)
		<i>Katsuwonus pelamis</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Sarda sarda</i>	(Bloch 1793)
	Scombridae	<i>Scomber colias</i>	Gmelin 1789
		<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Collette, Russo & Zavala-Camin 1978
		<i>Peprilus paru</i>	Linnaeus 1758
	Trichiuridae	<i>Benthodesmus elongatus</i>	(Clarke 1879)
		<i>Evoxymetopon taeniatum</i>	Gill 1863
		<i>Lepidopus altifrons</i>	Parin & Collette 1993
		<i>Trichiurus lepturus</i>	Linnaeus 1758
Syngnathiformes	Centriscidae	<i>Macroramphosus scolopax</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Notopogon fernandezianus</i>	(Delfin 1899)
	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	(Linnaeus 1758)
	Mullidae	<i>Mullus argentinae</i>	Hubbs & Marini 1933
		<i>Upeneus parvus</i>	Poey 1852
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Bathygobius soporator</i>	(Valenciennes 1837)
		<i>Ctenogobius boleosoma</i>	(Jordan & Gilbert 1882)
		<i>Ctenogobius smaragdus</i>	(Valenciennes 1837)
Ordem Incertae Sedis Carangaria	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	Poey 1860
		<i>Centropomus undecimalis</i>	(Bloch 1792)
	Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	(Linnaeus 1758)
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	(Edwards 1771)
		<i>Sphyraena guachancho</i>	Cuvier 1829
		<i>Sphyraena tome</i>	Fowler 1903
Carangiformes	Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	(Linnaeus 1766)
		<i>Caranx latus</i>	Agassiz 1831
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	(Linnaeus 1766)
		<i>Decapterus punctatus</i>	(Cuvier 1829)
		<i>Decapterus tabl</i>	Berry 1968
		<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	(Cuvier 1833)
		<i>Naucrates ductor</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Oligoplites saliens</i>	(Bloch 1793)

Caragiformes	Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i>	(Bloch & Schneider 1801)
		<i>Selar crumenophthalmus</i>	(Bloch 1793)
		<i>Selene setapinnis</i>	(Mitchill 1815)
		<i>Selene vomer</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Seriola fasciata</i>	(Bloch 1793)
		<i>Trachinotus carolinus</i>	(Linnaeus 1766)
		<i>Trachinotus falcatus</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Trachinotus goodei</i>	Jordan & Evermann 1896
		<i>Trachurus lathami</i>	Nichols 1920
		<i>Uraspis secunda</i>	(Poey 1860)
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella brasiliensis</i>	(Quoy & Gaimard 1825)
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura marina</i>	(Walbaum 1792)
		<i>Strongylura timucu</i>	(Walbaum 1792)
	Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Hyporhamphus roberti</i>	(Valenciennes 1847)
		<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	(Ranzani 1841)
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Valenciennes 1836
		<i>Mugil liza</i>	Valenciennes 1836
Bleniiformes	Blenniidae	<i>Scartella cristata</i>	(Linnaeus 1758)
Ordem Incertae Sedis	Malacanthidae	<i>Caulolatilus chrysops</i>	(Valenciennes 1833)
Eupercaria		<i>Lopholatilus villarii</i>	Miranda Ribeiro 1915
	Sciaenidae	<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	(Metzelaar 1919)
		<i>Cynoscion guatucupa</i>	(Cuvier 1830)
		<i>Cynoscion jamaicensis</i>	(Vaillant & Bocourt 1883)
		<i>Cynoscion leiarchus</i>	(Cuvier 1830)
		<i>Cynoscion virescens</i>	(Cuvier 1830)
		<i>Isopisthus parvipinnis</i>	(Cuvier 1830)
		<i>Larimus breviceps</i>	Cuvier 1830
		<i>Macrodon atricauda</i>	(Günther 1880)
		<i>Menticirrhus americanus</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Menticirrhus littoralis</i>	(Holbrook 1847)
		<i>Micropogonias furnieri</i>	(Desmarest 1823)
		<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	(Steindachner 1875)
		<i>Stellifer brasiliensis</i>	(Schultz 1945)
		<i>Stellifer rastrifer</i>	(Jordan 1889)
		<i>Umbrina canosai</i>	Berg 1895
		<i>Umbrina coroides</i>	Cuvier 1830
Gerreiformes	Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	(Cuvier 1829)
		<i>Eucinostomus argenteus</i>	Baird & Girard 1855
		<i>Eucinostomus gula</i>	(Quoy & Gaimard 1824)
		<i>Eucinostomus melanopterus</i>	(Bleeker 1863)
		<i>Eugerres brasiliensis</i>	(Cuvier 1830)
Uranoscopiformes	Pinguipedidae	<i>Pseudoperca numida</i>	(Miranda Ribeiro 1903)
Labriformes	Labridae	<i>Nicholsina usta</i>	(Valenciennes 1840)
Ephippiformes	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	(Broussonet 1782)
Chaetodontiformes	Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	Linnaeus 1758

Lutjaniformes	Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	(Bloch 1791)
		<i>Conodon nobilis</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cuvier 1830
		<i>Haemulon steindachner</i>	(Steindachner 1868)
		<i>Orthopristis ruber</i>	(Cuvier 1830)
		<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	(Steindachner 1868)
	Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	(Cuvier 1828)
		<i>Lutjanus synagris</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Pristipomoides freemani</i>	Anderson 1966
Spariformes	Sparidae	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Calamus penna</i>	(Valenciennes 1830)
		<i>Pagrus pagrus</i>	(Linnaeus 1758)
Priacanthiformes	Priacanthidae	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	(Lacepède 1801)
		<i>Priacanthus arenatus</i>	Cuvier 1829
Caproiformes	Caproidae	<i>Antigonia capros</i>	Lowe 1843
Lophiiformes	Lophiidae	<i>Lophius gastrophysus</i>	Miranda Ribeiro 1915
	Ogcocephalidae	<i>Dibranchius atlanticus</i>	Peters 1876
Tetraodontiformes	Diodontidae	<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Chilomycterus spinosus</i>	(Linnaeus 1758)
	Monacanthidae	<i>Diodon holocanthus</i>	Linnaeus 1758
		<i>Stephanolepis hispidus</i>	(Linnaeus 1766)
	Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	(Linnaeus 1766)
		<i>Sphoeroides greeleyi</i>	Gilbert 1900
Pempheriformes	Acropomatidae	<i>Sphoeroides testudineus</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Synagrops bellus</i>	(Goode & Bean 1896)
	Percophidae	<i>Synagrops spinosus</i>	(Schultz 1940)
		<i>Bembrops heterurus</i>	(Miranda Ribeiro 1903)
		<i>Percophis brasiliensis</i>	(Quoy & Gaimard 1825)
		<i>Kyphosus incisor</i>	(Cuvier 1831)
Centrarchiformes	Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i>	(Linnaeus 1758)
		<i>Peristedion altipinne</i>	Regan 1903
Perciformes	Peristediidae	<i>Pontinus rathbuni</i>	Goode & Bean 1896
		<i>Scorpaena dispar</i>	Longley & Hildebrand 1940
	Scorpaenidae	<i>Helicolenus lahillei</i>	Norman 1937
		<i>Anthias menezesi</i>	Anderson & Heemstra 1980
	Serranidae	<i>Diplectrum formosum</i>	(Linnaeus 1766)
		<i>Diplectrum radiale</i>	(Quoy & Gaimard 1824)
		<i>Dules auriga</i>	Cuvier 1829
		<i>Epinephelus marginatus</i>	(Lowe 1834)
		<i>Serranus atrobranchus</i>	(Cuvier 1829)
		<i>Serranus phoebe</i>	Poey 1851
		<i>Setarches guentheri</i>	Johnson 1862
	Triglidae	<i>Bellator brachychir</i>	(Regan 1914)
		<i>Prionotus nudigula</i>	Ginsburg 1950
		<i>Prionotus punctatus</i>	(Bloch 1793)

FONTE: Santos (2017).